



**7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİR DİNAMİK GEOMETRİ  
ORTAMINDA KULLANDIKLARI SÜRÜKLEME  
VE ÖLÇME ARAÇLARININ ENSTRÜMENTAL  
OLUŞUMLARININ İNCELENMESİ**

**Doktora Tezi  
Zeliha DUR  
Eskişehir, 2016**

**7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİR DİNAMİK GEOMETRİ ORTAMINDA  
KULLANDIKLARI SÜRÜKLEME VE ÖLÇME ARAÇLARININ  
ENSTRÜMENTAL OLUŞUMLARININ İNCELENMESİ**

**Zeliha DUR**

**DOKTORA TEZİ**

**Matematik Eğitimi Doktora Programı**

**Matematik Eğitimi Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN**

**Eskişehir**

**Anadolu Üniversitesi**

**Eğitim Bilimleri Enstitüsü**

**Eylül, 2016**

*Bu Tez Çalışması Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Komisyonunca kabul edilen 1403E059 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.*

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Zeliha DUR'un "7. Sınıf Öğrencilerinin Bir Dinamik Geometri Ortamında Kullandıkları Sürükleme ve Ölçme Araçlarının Enstrümantal Oluşumlarının İncelenmesi" başlıklı tezi 23.09.2016 tarihinde, aşağıda belirtilen jüri üyeleri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Programında, Doktora tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	<u>Adı-Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç.Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN	
Üye	: Prof.Dr. Kürşat YENİLMEZ	
Üye	: Doç.Dr. Nilüfer KÖSE	
Üye	: Doç.Dr. Abdulkadir ERDOĞAN	
Üye	: Yard.Doç.Dr. Melih TURĞUT	



Prof.Dr. Esra CEYHAN  
Anadolu Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Müdürü



*Canım Aileme...*

## ÖZET

### 7.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİR DİNAMİK GEOMETRİ ORTAMINDA KULLANDIKLARI SÜRÜKLEME VE ÖLÇME ARAÇLARININ ENSTRÜMENTAL OLUŞUMLARININ İNCELENMESİ

Zeliha DUR

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eylül 2016

Danışman: Doç. Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN

Bu araştırmanın amacı ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin tablet aracılığıyla dinamik geometri ortamında kullandıkları sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümental oluşum süreçlerinin enstrümental yaklaşım çerçevesinde incelenerek öğrenciler tarafından oluşturulan enstrümanlı eylem şemalarının belirlenmesidir.

Bu doğrultuda araştırmanın modeli öğretim deneyi olarak belirlenmiştir. Araştırmanın uygulaması 2014-2015 eğitim öğretim yılında Eskişehir il merkezindeki orta sosyo-ekonomik düzeydeki bir ortaokulda amaçlı örnekleme yöntemi ile belirlenmiş dokuz tane 7.sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Tabletlerin içerisine yüklenen TI\_Nspire CAS yazılımının içerisinde mevcut bulunan Cabri Geometri uygulamasında gerçekleştirilmek üzere ortaokul 7.sınıf geometri öğrenme alanı kazanımları temelinde dinamik geometri ortamında sürükleme ve ölçme araçlarının kullanımına yönelik sekiz etkinlik tasarlanmıştır. Araştırmanın verileri, uygulama öncesi ve sonrası öğrencilerle yapılan bireysel görüşmeler, etkinlik uygulamalarının video kayıtları, araştırmacı gözlem notları aracılığıyla toplanmıştır. Veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir.

Araştırmanın sonucunda öğrencilerin etkinliklerde ortaya koydukları şemaların birbirinden farklılaştığı ve her bir öğrencinin farklı enstrümental oluşum süreçleri izledikleri gözlenmiştir. Bununla birlikte ortaya konulan enstrümanlı eylem şemalarına göre öğrencilerin davranışları için dört farklı tipolojinin ortaya çıktığı saptanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Enstrümental yaklaşım, Sürükleme, Ölçme, Dinamik geometri yazılımı, 7.Sınıf öğrencileri.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF INSTRUMENTAL GENESIS OF DRAGGING AND MEASURING ARTEFACTS USED BY THE 7<sup>TH</sup> GRADE STUDENTS IN THE DYNAMIC GEOMETRY ENVIRONMENT

Zeliha DUR

Department of Mathematics Teaching

Anadolu University, Graduate School of Educational Sciences, September 2016

Supervisor: Associate Prof. Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN

The aim of this study is determining the instrumented action schemes created by the students by means of observing the instrumental genesis processes of dragging and measuring artefacts runned in dynamic geometry environment through using of tablets by 7th Grade students in the framework of instrumental approach.

Accordingly, the model of study is specified as teaching experiment. The study was carried out with nine 7th Grade students selected by sampling method in 2014-2015 Education year at a medium level sosyo-economical secondary school in the centre of Eskişehir. Eight activities were designed oriented to using of dragging and measuring artefacts in the dynamic geometry environment on the base of 7th Grade learning field attainments for the purpose of practicing on Cabri-Geometry application which is available in TI-Nspire CAS software downloaded to the tablets. The survey data was collected by way of the individual interviews made before and after the application, the video recordings of activity applications and observation notes of the researcher. The data was analyzed by the content analysis method.

In consequence of the study, it was observed that the schemes developed by students during the application differentiated and it was determined that every student followed different instrumental genesis processes. According to the revealed instrumented action schemes, four different typology for students' attitude were determined.

**Keywords:** Instrumental approach, Dragging, Measuring, Dynamic geometry software, 7<sup>th</sup> Grade students.

## **ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Zeliha Dur

## TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim süresince 2211 Yurt İçi Doktora Burs Programı ile beni destekleyen TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.





## ÖNSÖZ

Teknolojinin matematik öğretimine sağladığı en önemli faydalardan biri dinamik geometri yazılımlarıdır. Yapılan araştırma kapsamında dinamik geometri ortamında öğrencilerin kullandıkları sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşumu incelenmiş ve bu sürece yönelik sonuçlar paylaşılmıştır.

Bu tez araştırmasının başından itibaren araştırma sürecinin her aşamasında sonsuz sabrı ile bana yol gösteren, değerli görüşleri ve katkıları ile akademik açıdan gelişmemi sağlayan, manevi desteği ile yanımda rehber olan değerli hocam ve danışmanım Sayın Doç. Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN'a teşekkürüm sonsuzdur.

Tez izleme komitesinde değerli katkıları ile yer alan Sayın Doç. Dr. Abdülkadir ERDOĞAN'a ve Prof. Dr. Sinan OLKUN'a teşekkürlerimi sunarım. Tez jürisinde olmayı kabul eden Prof. Dr. Kürşat YENİLMEZ'e, Doç. Dr. Nilüfer YAVUZSOY KÖSE'ye ve Yrd. Doç. Dr. Melih TURĞUT'a zaman ayırdıkları ve değerlendirmeleri ile tezime katkıda buldukları için teşekkür ederim.

Emeklerini hiçbir zaman ödeyemeyeceğim, maddi ve manevi anlamda her an yanımda olan canım annem ve babam Asiye ve Mehmet Ali DUR'a, canım kardeşim Mustafa Okan DUR'a bana inandıkları ve destekleri için ne kadar teşekkür etsem azdır.

Araştırma sürecine katılan öğrencilere ve uygulamayı yapmaya izin veren Eskişehir İl Millî Eğitim Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Son olarak araştırmama verdiği destekten dolayı Anadolu Üniversitesi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Zeliha Dur  
Eskişehir, 2016

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI .....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	iv
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
ÖNSÖZ .....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
KISALTMALAR DİZİNİ .....	xxiv
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımı .....	1
1.2. Yeni Nesil Dijital Araç: Tabletler .....	4
1.2.1. Tablet'in öğretim amaçlı kullanımı .....	6
1.3. Matematik Öğretim Programında Geometri, Dörtgenler ve Teknolojinin Yeri .....	7
1.3.1. Dörtgenlerle ilgili araştırmalar .....	10
1.4. Dinamik Geometri Yazılımları .....	13
1.4.1. TI_Nspire CAS teknolojisi .....	14
1.5. Dinamik Geometri Ortamında Sürükleme .....	17
1.5.1. Sürükleme modellerinin sınıflandırması.....	17
1.5.2. Kavramsal bakış açısından sürükleme.....	18
1.5.3. Sürükleme modellerinin kavramsal açıdan yorumlanması .....	20
1.6. Dinamik Geometri Ortamında Ölçme .....	22
1.6.1. Ölçme modellerinin sınıflandırması .....	25
1.7. Teorik Çerçeve: Enstrümantal Yaklaşım .....	27
1.7.1. Araç-Enstrüman ilişkisi.....	28
1.7.2. Enstrümantal oluşum.....	31

1.7.2.1. Enstrümantalizasyon .....	33
1.7.2.2. Enstrümantasyon .....	34
1.7.3. Şemalar.....	36
1.7.3.1. Kullanım şemaları ve jestler .....	37
1.7.3.2. Enstrümanlı eylem şeması.....	38
1.7.3.3. Enstrümanlı teknikler .....	40
1.7.4. Enstrümantal yaklaşımın temel alındığı çalışmalar .....	42
1.8. Problem Cümlesi.....	47
1.8.1. Araştırma Soruları.....	48
1.9. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	50
2. YÖNTEM .....	53
2.1. Araştırma Modeli.....	54
2.2. Katılımcılar .....	56
2.3. Pilot Uygulama .....	58
2.4. Araştırma Ortamı .....	58
2.5. Veri Toplama Araçları .....	59
2.5.1. Görüşme .....	59
2.5.2. Araştırmacı notları .....	60
2.5.3. Video kaydı.....	61
2.5.4. Etkinlik kağıdı.....	61
2.6. Veri Toplama Süreci.....	61
2.7. Verilerin Analizi.....	69
2.8. Verilerin Geçerlik ve Güvenirliği .....	71
3. ETKİNLİK ÖN ANALİZLERİ .....	73
3.1. Giriş Etkinlikleri .....	74
3.1.1.Etkinlik 1: Orta dikme oluşturuyorum.....	74

3.1.2. Etkinlik 2: Doğruya göre yansıtıyorum .....	75
3.1.3. Etkinlik 3: Yansıyan üçgenler .....	76
3.2. Süreç Etkinlikleri .....	78
3.2.1. Etkinlik 4: Noktaya göre simetri oluşturuyorum .....	78
3.2.2. Etkinlik 5: Hangisi kare? .....	84
3.2.3. Etkinlik 6: Orta nokta varignon dörtgenim .....	88
3.2.4. Etkinlik 7: Orta dikme varignon dörtgenim .....	93
3.2.5. Etkinlik 8: Açığortay varignon dörtgenim .....	98
4. BULGULAR.....	103
4.1. Bütün Öğrencilere Ait Kullanım Şemaları.....	103
4.2. İrem'in Süreç Etkinlikleri Uygulama Akışları.....	106
4.2.1. Etkinlik 4: Noktaya göre simetri oluşturuyorum .....	107
4.2.2. Etkinlik 5: Hangisi kare? .....	111
4.2.3. Etkinlik 6: Orta nokta varignon dörtgenim .....	123
4.2.4. Etkinlik 7: Orta dikme varignon dörtgenim .....	133
4.2.5. Etkinlik 8: Açığortay varignon dörtgenim .....	141
4.3. İrem'in Enstrümantal Oluşumu .....	145
4.3.1. İrem'in enstrümanlı eylem şemaları .....	145
4.4. Gamze'nin Süreç Etkinlikleri Uygulama Akışları.....	153
4.4.1. Etkinlik 4:Noktaya göre simetri oluşturuyorum .....	153
4.4.2. Etkinlik 5: Hangisi kare? .....	156
4.4.3. Etkinlik 6: Orta nokta varignon dörtgenim .....	160
4.4.4. Etkinlik 7: Orta dikme varignon dörtgenim .....	166
4.4.5. Etkinlik 8: Açığortay varignon dörtgenim .....	168
4.5. Gamze'nin Enstrümantal Oluşumu .....	169
4.5.1. Gamze'nin enstrümanlı eylem şemaları .....	170

<b>4.6. Merve'nin Süreç Etkinlikleri Uygulama Akışları.....</b>	<b>173</b>
<b>4.6.1. Etkinlik 4: Noktaya göre simetri oluşturuyorum .....</b>	<b>174</b>
<b>4.6.2. Etkinlik 5: Hangisi kare? .....</b>	<b>177</b>
<b>4.6.3. Etkinlik 6: Orta nokta varignon dörtgenim .....</b>	<b>184</b>
<b>4.6.4. Etkinlik 7: Orta dikme varignon dörtgenim .....</b>	<b>187</b>
<b>4.6.5. Etkinlik 8: Açığortay varignon dörtgenim .....</b>	<b>189</b>
<b>4.7. Merve'nin Enstrümantal Oluşumu .....</b>	<b>192</b>
<b>4.7.1. Merve'nin enstrümanlı eylem şemaları .....</b>	<b>192</b>
<b>4.8. Uygulamaya Katılan Diğer Öğrencilerin Enstrümantal Oluşumları .....</b>	<b>196</b>
<b>4.8.1. Ahmet'in enstrümantal oluşumu.....</b>	<b>196</b>
<b>4.8.2. Mehmet'in enstrümantal oluşumu .....</b>	<b>202</b>
<b>4.8.3. Osman'ın enstrümantal oluşumu .....</b>	<b>206</b>
<b>4.8.4. Simay'ın enstrümantal oluşumu .....</b>	<b>211</b>
<b>4.8.5. Hatice'nin enstrümantal oluşumu .....</b>	<b>216</b>
<b>4.8.6. Aleyna'nın enstrümantal oluşumu .....</b>	<b>219</b>
<b>5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....</b>	<b>226</b>
<b>5.1. Sonuç ve Tartışma.....</b>	<b>226</b>
<b>5.1.1. Uygulanan etkinlikler .....</b>	<b>226</b>
<b>5.1.2. Enstrümanlı eylem şemaları .....</b>	<b>228</b>
<b>5.1.3. Sürüklemenin enstrümantal gelişimi .....</b>	<b>232</b>
<b>5.1.4. Ölçmenin enstrümantal gelişimi.....</b>	<b>236</b>
<b>5.1.5. Ölçme-sürükleme diyalektiği .....</b>	<b>238</b>
<b>5.2. Öneriler .....</b>	<b>240</b>
<b>5.2.1. Uygulamaya yönelik öneriler .....</b>	<b>241</b>
<b>5.2.2. Araştırmalara yönelik öneriler .....</b>	<b>242</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>244</b>

**EKLER**

**ÖZGEÇMİŞ**



## TABLolar LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1.</b> Katılımcıların Matematik Dersi Başarı Seviyelerine Göre Dağılımı.....	57
<b>Tablo 2.2.</b> Öğrenci Özellikleri .....	57
<b>Tablo 2.3.</b> Etkinlik Uygulama Tarihleri .....	63
<b>Tablo 2.4.</b> Cabri-Geometri Tanıtım Etkinlikleri .....	65
<b>Tablo 2.5.</b> Katılımcıların Etkinlik Uygulamalarını Tamamlama Süreleri .....	69
<b>Tablo 2.6.</b> Geçerlik ve Güvenirliğin Sağlanmasında Kullanılan Yöntemler .....	72
<b>Tablo 3.1.</b> Etkinlik İsimleri ve Özellikleri .....	73
<b>Tablo 3.2.</b> Orta Dikme Oluşturuyorum Etkinlik Kağıdı .....	74
<b>Tablo 3.3.</b> Doğruya Göre Yansıtıyorum Etkinlik Kağıdı.....	75
<b>Tablo 3.4.</b> Yansıyan Üçgenler Etkinlik Kağıdı.....	76
<b>Tablo 3.5.</b> Noktaya Göre Simetri Oluşturuyorum Etkinlik Kağıdı.....	78
<b>Tablo 3.6.</b> Dördüncü Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler .....	84
<b>Tablo 3.7.</b> Hangisi Kare? Etkinlik Kağıdı.....	84
<b>Tablo 3.8.</b> Beşinci Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler .....	88
<b>Tablo 3.9.</b> Orta Nokta Varignon Dörtgenim Etkinlik Kağıdı .....	89
<b>Tablo 3.10.</b> Altıncı Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler .....	92
<b>Tablo 3.11.</b> Orta Dikme Varignon Dörtgenim Etkinlik Kağıdı .....	93
<b>Tablo 3.12.</b> Yedinci Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler.....	97

## Sayfa

<b>Tablo 3.13.</b> Açıortay Varignon Dörtgenim Etkinlik Kağıdı .....	98
<b>Tablo 3.14.</b> Sekizinci Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler .....	102
<b>Tablo 4.1.</b> İrem'in etkinliklere Ait Çalışma Süreleri .....	107
<b>Tablo 4.2.</b> Gamze'nin etkinliklere Ait Çalışma Süreleri.....	153
<b>Tablo 4.3.</b> Merve'nin Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri.....	174
<b>Tablo 4.4.</b> Ahmet'in Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri .....	196
<b>Tablo 4.5.</b> Mehmet'in Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri.....	203
<b>Tablo 4.6.</b> Osman'ın Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri .....	207
<b>Tablo 4.7.</b> Simay'ın Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri .....	211
<b>Tablo 4.8.</b> Hatice'nin Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri.....	216
<b>Tablo 4.9.</b> Aleyna'nın Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri.....	219
<b>Tablo 4.10.</b> Bütün Öğrencilere Ait Enstrümanlı Eylem Şemaları .....	224
<b>Tablo 5.1.</b> Profillere Göre Öğrenci Dağılımı .....	230
<b>Tablo 5.2.</b> Öğrenci-Profil Eşleşmesi .....	232
<b>Tablo 5.3.</b> Kullanılan Sürükleme Çeşitlerinin Profillere Göre Dağılımı .....	233
<b>Tablo 5.4.</b> Kullanılan Ölçme Modellerinin Profillere Göre Dağılımı.....	236



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Tezin Temel Yapısı .....	1
Şekil 1.2. TI_Nspire CAS Hesap Makinesi Giriş Ara Yüzü .....	15
Şekil 1.3. TI_Nspire CAS Tablet Uygulaması Giriş Ara Yüzü.....	15
Şekil 1.4. Kurama Geçiş-Algıya Geçiş Süreci .....	22
Şekil 1.5. Enstrüman: Artefact-Zihinsel Şema-Görev Üçlüsü .....	30
Şekil 1.6. Enstrümantal Oluşum Süreci .....	33
Şekil 1.7. Şema, Teknik ve Jest Arasındaki İlişkiler .....	42
Şekil 1.8. Teorik Çerçeve Kapsamında Araştırma Soruları .....	49
Şekil 2.1. Öğretim Deneyi Süreci .....	56
Şekil 2.2. Araştırma Süreci Aşamaları .....	62
Şekil 2.3. TI-NSpire CAS Tablet Uygulamasına Ait Ekran Görüntüsü.....	64
Şekil 2.4. Graphs Uygulamasına Ait Çalışma Sayfası Ekran Görüntüsü.....	64
Şekil 2.5. Lists & Spreadsheet Uygulamasına Ait Çalışma Sayfası Ekran Görüntüsü ..	64
Şekil 2.6. Notes Uygulamasına Ait Çalışma Sayfası Ekran Görüntüsü .....	65
Şekil 2.7. TI_Nspire CAS Geometri Uygulamasına Ait Menüler .....	66
Şekil 2.8. Points & Lines Menüsü İçindeki Araçlar .....	66
Şekil 2.9. Shapes Menüsü İçindeki Araçlar.....	66
Şekil 2.10. Measurement Menüsü İçindeki Araçlar .....	67
Şekil 2.11. Construction Menüsü İçindeki Araçlar .....	67

<b>Şekil 2.12.</b> Transformation Menüsü İçindeki Araçlar .....	67
<b>Şekil 2.13.</b> Uygulama Sürecinde Kullanılan Teknolojik Araçlar .....	68
<b>Şekil 2.14.</b> Veri Analizinde İzlenen Aşamalar .....	71
<b>Şekil 3.1.</b> Etkinlik 3 Çalışma Sayfasına Ait Ekran Görüntüsü .....	77
<b>Şekil 3.2.</b> Dörtgen Oluşturma ve Nokta Belirlemeye Ait Ekran Görüntüleri.....	80
<b>Şekil 3.3.</b> Dörtgenin Bir Noktaya Göre Simetrisini Almaya Ait Ekran Görüntüleri.....	80
<b>Şekil 3.4.</b> A Köşe Noktasının Görüntüsünü Belirlemeye Ait Ekran Görüntüsü .....	81
<b>Şekil 3.5.</b> Dörtgenlerin Üst Üste Getirilmesine Ait Ekran Görüntüsü .....	82
<b>Şekil 3.6.</b> Dörtgenin Kendi Görüntüsüne Eşit Olmasına Ait Ekran Görüntüsü .....	83
<b>Şekil 3.7.</b> Beşinci Etkinliğe Ait Hazır Çalışma Sayfası Ekran Görüntüsü .....	85
<b>Şekil 3.8.</b> Kenar Orta Nokta Belirlemeye Ait Ekran Görüntüleri .....	90
<b>Şekil 3.9.</b> Orta Noktaları Birleştirerek Dörtgen Oluşturmaya Ait Ekran Görüntüleri....	90
<b>Şekil 3.10.</b> Kenar Orta Dikme Oluşturmaya Ait Ekran Görüntüleri .....	94
<b>Şekil 3.11.</b> Dikmelerin Kesişim Noktalarını Belirlemeye Ait Ekran Görüntüleri.....	95
<b>Şekil 3.12.</b> Kenar Orta Dikmeler Saklandıktan Sonraki Ekran Görüntüleri .....	96
<b>Şekil 3.13.</b> Açığortayları Oluşturmaya Ait Ekran Görüntüleri.....	99
<b>Şekil 3.14.</b> Açığortaylar Saklandıktan Sonraki Ekran Görüntüleri .....	100
<b>Şekil 4.1.</b> İrem'in Dörtgen Oluşturma ve Simetri Almaya Ait Ekran Görüntüsü .....	108
<b>Şekil 4.2.</b> İrem'in Dörtgenleri Üst üste Getirmesine Ait Ekran Görüntüsü .....	109
<b>Şekil 4.3.</b> İrem'in Kare Oluşturarak Üst Üste Getirmesine Ait Ekran Görüntüsü .....	110

<b>Şekil 4.4.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	111
<b>Şekil 4.5.</b> İrem'in Dörtgenlerin Kare Olup Olmadığını Belirlemesine Ait Ekran Görüntüsü .....	112
<b>Şekil 4.6.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	112
<b>Şekil 4.7.</b> İrem'in ABCD, EFGH, KLMN ve PRST İçin Hareketli Noktaları Belirlemesine Ait Ekran Görüntüsü .....	113
<b>Şekil 4.8.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	114
<b>Şekil 4.9.</b> İrem'in ABCD için Yaptığı Farklı Sürüklemelere Ait Ekran Görüntüsü ...	115
<b>Şekil 4.10.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	116
<b>Şekil 4.11.</b> İrem'in EFGH İçin Yaptığı Ölçümlere Ait Ekran Görüntüsü .....	116
<b>Şekil 4.12.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	117
<b>Şekil 4.13.</b> İrem'in KLMN İçin Yaptığı Köşegen Çizimine Ait Ekran Görüntüsü.....	117
<b>Şekil 4.14.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	118
<b>Şekil 4.15.</b> İrem'in PRST İçin Yaptığı Alan Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü .....	120
<b>Şekil 4.16.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	120
<b>Şekil 4.17.</b> İrem'in Hesaplama Sayfasında Yaptığı İşleme Ait Ekran Görüntüsü .....	121
<b>Şekil 4.18.</b> İrem'in İçerideki Dörtgen İçin Yaptığı Açık Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü .....	124
<b>Şekil 4.19.</b> İrem'in İçerideki Dörtgen İçin Yaptığı Köşegen Çizimine Ait Ekran Görüntüsü.....	124
<b>Şekil 4.20.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	125
<b>Şekil 4.21.</b> İrem'in İçerideki Dörtgen İçin Yaptığı Kenar Uzunluğu Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü .....	125
<b>Şekil 4.22.</b> İrem'in Dışarıdaki Dörtgen İçin Yaptığı Açık Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü.....	127

<b>Şekil 4.23.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	127
<b>Şekil 4.24.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	128
<b>Şekil 4.25.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	129
<b>Şekil 4.26.</b> İrem'in Dışarıdaki Dörtgeni Kare Olarak Oluşturmasına Ait Ekran Görüntüsü.....	129
<b>Şekil 4.27.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	130
<b>Şekil 4.28.</b> İrem'in Dışarıdaki Dörtgeni Eşkenar Dörtgen Olarak Oluşturmasına Ait Ekran Görüntüsü .....	131
<b>Şekil 4.29.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	132
<b>Şekil 4.30.</b> İrem'in Dışarıdaki Dörtgenin Yamuk Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü.....	132
<b>Şekil 4.31.</b> İrem'in Kenar Orta Dikmelerin Kesişim Noktalarını Belirlemeye Ait Ekran Görüntüsü .....	134
<b>Şekil 4.32.</b> İrem'in Kenar Orta Dikmeleri Saklamasına Ait Ekran Görüntüsü .....	135
<b>Şekil 4.33.</b> İrem'in İçerideki Dörtgen İçin Açılış Ölçmesine Ait Ekran Görüntüsü .....	136
<b>Şekil 4.34.</b> İrem'in Dışarıdaki Dörtgen İçin Açılış Ölçmesine Ait Ekran Görüntüsü.....	136
<b>Şekil 4.35.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	136
<b>Şekil 4.36.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	137
<b>Şekil 4.37.</b> İrem'in Dışarıdaki Dörtgenin Dikdörtgen Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü .....	138
<b>Şekil 4.38.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	138
<b>Şekil 4.39.</b> İrem'in Dışarıdaki Dörtgenin Kare Olarak Seçilmesine Ait Ekran Görüntüsü .....	139
<b>Şekil 4.40.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	139
<b>Şekil 4.41.</b> İrem'in Dışarıdaki Dörtgenin Yamuk Olduğu Durumu İncelemesine Ait	

Ekran Görüntüsü .....	140
<b>Şekil 4.42.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	140
<b>Şekil 4.43.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	140
<b>Şekil 4.44.</b> İrem'in Dışarıdaki Dörtgenin Eşkenar Dörtgen Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü .....	141
<b>Şekil 4.45.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	142
<b>Şekil 4.46.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	143
<b>Şekil 4.47.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	143
<b>Şekil 4.48.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	144
<b>Şekil 4.49.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	144
<b>Şekil 4.50.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	145
<b>Şekil 4.51.</b> İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	145
<b>Şekil 4.52.</b> İrem'in Kare ve Dikdörtgeni Belirleme Süreci .....	147
<b>Şekil 4.53.</b> İrem'in Eşkenar Dörtgeni Belirleme Süreci .....	148
<b>Şekil 4.54.</b> İrem'in Paralelkenarı Belirleme Süreci .....	149
<b>Şekil 4.55.</b> İrem'in Yamuğu Belirleme Süreci .....	150
<b>Şekil 4.56.</b> İrem'in Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci.....	151
<b>Şekil 4.57.</b> İrem'in Formal İmaj/Çizime Dönüştürme Süreci .....	152
<b>Şekil 4.58.</b> İrem'in Kare Oluşturma Süreci .....	152
<b>Şekil 4.59.</b> İrem'in Eşkenar Dörtgen Oluşturma Süreci .....	153
<b>Şekil 4.60.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	154

<b>Şekil 4.61.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	155
<b>Şekil 4.62.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	155
<b>Şekil 4.63.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	156
<b>Şekil 4.64.</b> Gamze'nin Dörtgenlerin Kenar Ölçümlerine Ait Ekran Görüntüsü .....	156
<b>Şekil 4.65.</b> Gamze'nin Dörtgenlerin Açılış Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü .....	157
<b>Şekil 4.66.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	158
<b>Şekil 4.67.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	158
<b>Şekil 4.68.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	158
<b>Şekil 4.69.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	158
<b>Şekil 4.70.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	158
<b>Şekil 4.71.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	159
<b>Şekil 4.72.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	159
<b>Şekil 4.73.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	159
<b>Şekil 4.74.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	159
<b>Şekil 4.75.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	160
<b>Şekil 4.76.</b> Gamze'nin KLMN Dörtgeni İçin Yaptığı Ölçümlere Ait ekran Görüntüsü.....	161
<b>Şekil 4.77.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	161
<b>Şekil 4.78.</b> Gamze'nin ABCD Dörtgeni İçin Yaptığı Ölçümlere Ait ekran Görüntüsü.....	162
<b>Şekil 4.79.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	162
<b>Şekil 4.80.</b> Gamze'nin ABCD Dörtgeninin Yamuk Olduğu Durumu İncelemesine	

Ait Ekran Görüntüsü .....	163
<b>Şekil 4.81.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	163
<b>Şekil 4.82.</b> Gamze'nin ABCD Dörtgeninin Kare Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü .....	164
<b>Şekil 4.83.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	164
<b>Şekil 4.84.</b> Gamze'nin ABCD Dörtgeninin Eşkenar Dörtgen Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü.....	165
<b>Şekil 4.85.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	165
<b>Şekil 4.86.</b> Gamze'nin ABCD Dörtgeninin Dikdörtgen Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü .....	166
<b>Şekil 4.87.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	167
<b>Şekil 4.88.</b> Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	169
<b>Şekil 4.89.</b> Gamze'nin Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci.....	171
<b>Şekil 4.90.</b> Gamze'nin Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci .....	173
<b>Şekil 4.91.</b> Gamze'nin Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci .....	173
<b>Şekil 4.92.</b> Merve'nin Dörtgeni ve Simetrisini Üst Üste Getirme Çalışmasına Ait Ekran Görüntüsü .....	176
<b>Şekil 4.93.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	178
<b>Şekil 4.94.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	178
<b>Şekil 4.95.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	178
<b>Şekil 4.96.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	178
<b>Şekil 4.97.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	180
<b>Şekil 4.98.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	180
<b>Şekil 4.99.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	185

<b>Şekil 4.100.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	185
<b>Şekil 4.101.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	186
<b>Şekil 4.102.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	186
<b>Şekil 4.103.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	188
<b>Şekil 4.104.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	188
<b>Şekil 4.105.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	189
<b>Şekil 4.106.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	189
<b>Şekil 4.107.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	191
<b>Şekil 4.108.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	191
<b>Şekil 4.109.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	191
<b>Şekil 4.110.</b> Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap.....	191
<b>Şekil 4.111.</b> Merve'nin Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci.....	194
<b>Şekil 4.112.</b> Merve'nin Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci .....	195
<b>Şekil 4.113.</b> Merve'nin Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci.....	196
<b>Şekil 4.114.</b> Ahmet'in Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci .....	199
<b>Şekil 4.115.</b> Ahmet'in Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci .....	201
<b>Şekil 4.116.</b> Ahmet'in Formal İmaj/Çizime Dönüştürme Süreci .....	202
<b>Şekil 4.117.</b> Ahmet'in Kare Oluşturma Süreci.....	202
<b>Şekil 4.118.</b> Ahmet'in Dikdörtgen Oluşturma Süreci .....	202
<b>Şekil 4.119.</b> Mehmet'in Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci.....	205



## Sayfa

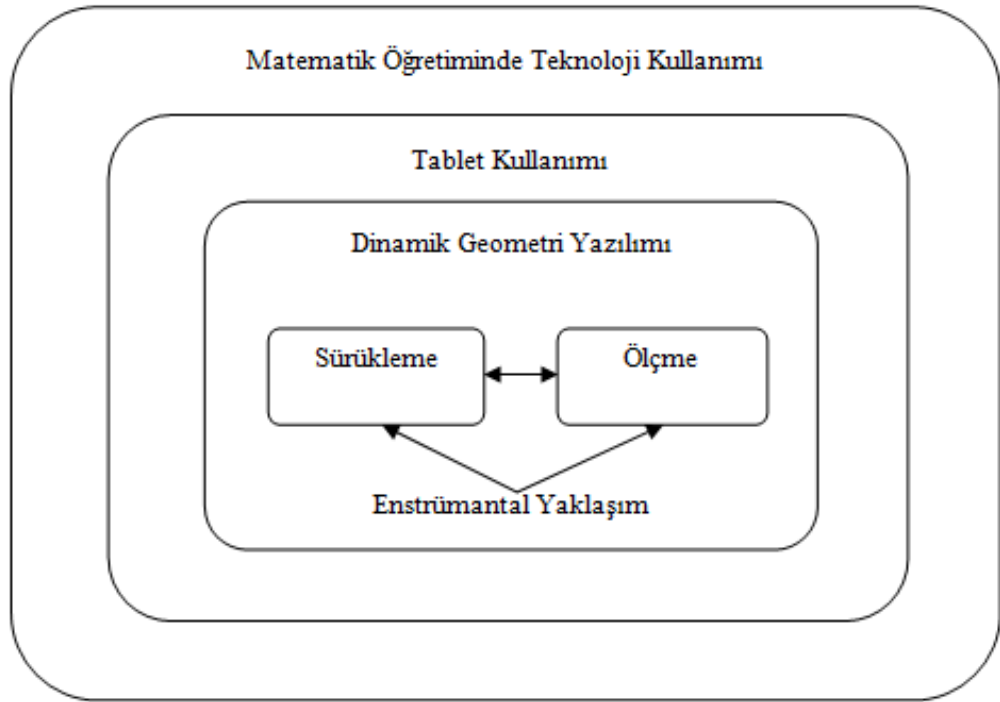
<b>Şekil 4.120.</b> Mehmet'in Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci .....	206
<b>Şekil 4.121.</b> Mehmet'in Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci .....	206
<b>Şekil 4.122.</b> Osman'ın Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci .....	209
<b>Şekil 4.123.</b> Osman'ın Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci .....	210
<b>Şekil 4.124.</b> Osman'ın Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci .....	211
<b>Şekil 4.125.</b> Simay'ın Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci .....	213
<b>Şekil 4.126.</b> Simay'ın Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci .....	215
<b>Şekil 4.127.</b> Simay'ın Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci .....	216
<b>Şekil 4.128.</b> Hatice'nin Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci .....	217
<b>Şekil 4.129.</b> Simay'ın Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci .....	218
<b>Şekil 4.130.</b> Simay'ın Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci .....	219
<b>Şekil 4.131.</b> Aleyna'nın Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci .....	221
<b>Şekil 4.132.</b> Aleyna'nın Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci .....	222
<b>Şekil 4.133.</b> Aleyna'nın Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci .....	223
<b>Şekil 5.1.</b> Sürükleme-Ölçme Diyalektiği .....	240

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>BCS</b>	: Bilgisayar Cebir Sistemi
<b>BİT</b>	: Bilgi ve iletişim teknolojileri
<b>DGY</b>	: Dinamik Geometri Yazılımı
<b>EBA</b>	: Eğitim Bilişim Ağı
<b>EMO</b>	: Eskişehir Matematik Okulu
<b>FATİH</b>	: Fırsatları Arttırma ve Teknoloji İyileştirme Hareketi
<b>MEB</b>	: Milli Eğitim Bakanlığı
<b>NTCM</b>	: National Council of Teachers of Mathematics (Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Şurası)
<b>SİMAP</b>	: Sınıf İçi Matematiksel Araştırma Projeleri
<b>TÜBİTAK</b>	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

## 1. GİRİŞ

Bu bölümde öncelikle matematik öğretiminde teknoloji ve daha özelinde tablet kullanımına değinilmekte ve teknoloji kullanımının getirilerinden biri olan dinamik geometri yazılımlarının matematik öğretimine nasıl katkı sağladığı literatür bağlamında ele alınmaktadır. Sürükleme ve ölçme dinamik geometri yazılımlarının karakteristik özellikleridir. Bu yüzden bu çalışmada özellikle literatürde sürükleme ve ölçme araçları üzerine nasıl çalışmalar yapıldığına odaklanılmıştır. Sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümana dönüşüm sürecinin incelenebilmesi için de çalışmada temel olarak alınan teorik çerçeve açıklanmaktadır. Daha sonrasında araştırma soruları ve çalışmanın temel amacı tanıtılmaktadır. Tezin odaklandığı çalışma alanları ve temel yapısı şekil 1.1’de gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Tezin Temel Yapısı

### 1.1. Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımı

Teknoloji terimi okul matematiği bağlamında, dijital araçlara, masaüstü ya da

taşınabilir bilgisayarlara, hesap makinelerine ve diğer taşınabilir cihazlara, işbirlikçi yazarlık araçlarına, bilgisayar cebir sistemlerine, dinamik geometri yazılımlarına, çevrimiçi dijital oyunlara, podcastlara (internette hazırlanan veya sonradan internete kopyalanan yayın), interaktif sunum araçlarına, elektronik tablolara; bunun yanı sıra bu cihazlar ve araçlarla kullanılabilen genelde internet tabanlı kaynaklara işaret etmektedir (van de Walle, 2012, s.111). Yaşadığımız dünyada teknoloji baş döndürücü bir hızla gelişim göstermektedir ve özellikle kişisel bilgisayarlar, grafik hesap makineleri, tablet ve cep telefonu gibi yeni dijital araçların bütün çeşitleri hızla yayılmaktadır (Mariotti, 2002). Bu değişim her alanı olduğu gibi eğitim alanını da etkilemektedir. Bilim ve teknolojinin hızla geliştiği günümüzde bilginin aktarılmasında geleneksel öğretim yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Yeni teknolojilerin ortaya çıkışından bu yana özellikle de dijital teknolojilerin öğretimsel potansiyelleri ile ilgili yüksek beklenti bu teknolojilerin sınıf pratiklerine entegrasyonunu arttırmaktadır (Howson ve Kahane, 1986). Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Şurası (NCTM)'nın *ilkeler ve standartlar* belgelerinde yer alan altı prensipten biri olan teknoloji, matematik öğrenimi ve öğretimini etkileyen, öğrenci öğrenmesini zenginleştiren temel bir araç olarak dikkate alınmaktadır.

Eğitimin teknolojiyi, buna bağlı olarak teknolojinin de eğitimi etkilediği günümüzde bilgisayar ve teknolojinin kullanımı zorunlu hale geldiği (Erdemir, Bakırcı ve Eydurun, 2009; Liao, 2007) için soyut öğelerin somutlaştırılmasındaki zorluk nedeniyle öğrenilmesi ve öğretilmesi zor bir alan olan matematik dersinde de teknoloji etkin bir biçimde kullanılmalıdır (Çiftçi, 2006). Matematik eğitimi teknolojik kaynakların kullanılabilmesi için uygun bir alandır (Öksüz ve Ak, 2010) ve teknolojiyle oluşturulan dinamik ve görsel öğrenme ortamları matematik eğitiminin içeriğini olumlu yönde etkilemektedir (Karadag ve McDougall, 2009). Matematik eğitiminde teknolojinin kullanılması öğretmenlerin işini kolaylaştırırken diğer yandan matematiksel kavramların öğretimini ve kavramların somutlaştırılabilmesini mümkün hale getirerek analitik düşünme becerilerinin gelişmesine de yardımcı olmaktadır (Alakoç, 2003).

Teknolojinin matematik eğitiminde kullanılmasının başarı (Dikovic, 2009; Tajuddin, Tarmizi, Konting ve Ali, 2009; Kaleli Yılmaz, Ertem ve Güven, 2010; Kebritchi, Hirumi, ve Bai, 2010), motivasyon (Machin ve Rivero, 2002; Aktümen ve Kaçar, 2003; Lopez-Morteo ve Lopez, 2007; Nordin, Zakaria, Mohamed ve Embi, 2010) ve akılda kalıcılık (Baki ve Özpınar, 2007; Pilli, 2008) üzerinde olumlu etki

yarattığı ve öğrencilerin öğrenmelerini destekleyerek matematiksel bilgi ve becerileri artırmayı sağladığı (Hohenwarter, Hohenwarter ve Lavicza, 2008) yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur.

Matematik eğitiminde kullanılan teknolojilerle matematiksel konulara somut ve deneysel olarak yaklaşılması sonraki dönemlerde daha soyut ve sembolik bir yaklaşım için zemin hazırlamakta ve matematiksel içeriğin üstesinden gelmek için matematiksel ilişkilerin dinamik değişimlerini göstererek yeni yollar sunmaktadır (Hohenwarter, 2006; Flores, 2002; Trigo ve Perez, 2002). Matematik öğretiminde teknoloji kullanımı aynı zamanda öğrencilere kendi algı ve öğrenme hızlarına uygun olan bireysel öğrenme ortamları sağlayabilmektedir (Akçay, Tüysüz, Feyzioğlu, Uçar, 2007). Öğrenme konularının bireyselleştirilmesi eğitsel yönden daha etkili olacağı için teknolojinin matematik öğretiminde okullarda uygulanması fayda saylayacaktır (Ersoy, 2005). Yapılan araştırmalarda bu sağlanan faydalar öğretmen ve öğrencileri olumlu yönde etkileme, öğrencilerin ilgisini çekerek başarıyı artırma, soyut kavramları somutlaştırabilme, kavramları görselleştirebilme ve zamanı etkili kullanma şeklinde ortaya çıkmaktadır (Escuder; 2011, Taşlıbeyaz; 2010, Gelibolu; 2009, Yorgancı ve Terzioğlu, 2013).

Teknoloji, fikirlerin sunumunun zenginleştirilmesine ve keşiflerin artırılmasına izin vererek matematik öğrenimini zenginleştirir. Teknoloji eğitimde kullanılan öğrenme araçlarının bir tamamlayıcısıdır, onu sınıfta yapılacak ek bir iş olarak görmemek gerekir. Teknolojinin değeri, bir eklenti ya da bilgisayar laboratuvarında haftada bir sunulan imkan olmaktan çıkıp temel bir öğrenme aracı olarak hizmet ettiğinde ve derslerin içine dahil edilerek öğrencilerin matematiği öğrenme imkanlarını arttırdığında açık hale gelir. NCTM’de belirtildiği gibi teknoloji stratejik olarak kullanıldığında öğrenciler için matematiğe erişme imkanı sağlar. Bu bağlamda teknolojinin matematik öğrenme ve öğretme sürecine entegrasyonu sırasında öğrencilerin ve öğretmenlerin bundan üst düzeyde yararlanmaları önerilmektedir. Matematik öğretmenlerinin teknolojiden yararlanabilmeleri için öğretmen eğitimi ve mesleki gelişim programlarında öğretmenlere teknolojik bilgiyi kullanma ve uygulama becerileri kazandırılarak öğretmenlerin teknolojik kaynakları iyi kullanabilmesi sağlanmalıdır (MEB, 2008; MEB, 2011; NCTM, 2000; NCTM, 2008).

Teknolojinin bu kadar hızla yayıldığı bir ortamda ve teknolojik araçları çok yaygın kullanan bir nesil karşısında eğitim camiasının yeniliklere karşı kapalı kalması

beklenmemelidir. Matematik eğitimcileri de bu teknolojiyi kendi alanlarına nasıl en verimli şekilde entegre edebilecekleri üzerine eğilmelidir. Nitekim son 20-25 yıldır araştırma enerjilerinin büyük bir çoğunluğu hala çok aktif olan ve araştırma çalışmalarının ve eğitim projelerinin gelişimi olarak görülen bu alandaki araştırmalara adanmıştır. Özellikle son birkaç yılda yapılan çalışmalar yeni nesil dijital araç olan tabletlerin öğretim amaçlı kullanılmasına odaklanmıştır.

## **1.2. Yeni Nesil Dijital Araç: Tabletler**

Tabletler dokunmatik ekranı ve ekrana yazı yazmak ya da ekranı oynatmak (manipule etmek) için kullanıcıya yardımcı olmayı sağlayan bir kalemle birlikte taşınabilir bilgisayarların sınıf ortamında öğrenme ve öğretime yararlı olabilecek özellikleri de beraberinde sunan oldukça yeni bir formatıdır (Twining ve Evans, 2005). Öğrenci merkezli öğrenmeye katkıda bulunan tabletler, simülasyon, kamera, mikrofon, e-kitap, dijital kitap, etkileşimli öğrenme ağları ve anlık geri dönüt gibi yararlı özellikleri (Ludwig, Mayrberger ve Weidmann, 2011) dışında kablosuz iletişim ve ağ erişimine olanak sağlayarak diğer cihazlarla etkileşim içinde çalışabilen, tüm donanım ve yazılımları bünyesinde barındırabilen taşınabilir cihazlardır.

Tabletlerin eğitim-öğretime entegrasyonu öğrencilerin öğrenme süreçlerini kolaylaştırdığı gibi (Banister, 2010; Bonds-Raacke ve Raacke, 2005; Enriquez, 2010) bilgiyi yapılandırılmaları ve manipule edebilmeleri için çoklu uygulamalar sunmakta (Moran, Hawkes ve El-Gayar, 2010) ve öğretime kolaylıkla adapte edilebilmektedir (Wise, Toto ve Lim, 2006). Kablosuz iletişim teknolojilerinden biri olarak kabul edilen tabletler kablosuz ağlar üzerinden diğer cihazlarla (bilgisayar, etkileşimli tahta, telefon, vb.) etkileşim içinde çalışarak, teknoloji-teknoloji ve insan-teknoloji arasında etkileşim sağlayarak işbirlikli öğrenmeye katkı sağlamakta ve her zaman her yerde öğrenmeyi mümkün hale getirmektedir. Zamandan ve mekandan bağımsız bir öğrenme ortamı sağlayan tabletler eğitim alanına yeni bakış açısı getirerek eğitim ortamlarındaki kullanımı gittikçe artmaktadır (Stickel, 2009; Ellington, Wilson ve Nugent, 2011; Horton, Kim, Kothaneth ve Amelink, 2011; Mulholland, 2011).

Son yıllarda teknoloji entegrasyonu üzerine yapılan araştırmalarda sınıf ortamında tabletlerin kullanılmasının öğrencilerin derse karşı ilgisini arttırdığı, öğrenmelerine yardımcı olduğu, öğrenci ve öğretmenlere zengin bir eğitim öğretim ortamı sağladığı

tespit edilmiştir (Gündüz, 2010; Aksal, 2011; Delen ve Bulut, 2011; Güzel, 2011). Ayrıca tabletler öğrencilere bireysel çalışma olanağı sunarak öğrenme başarısını arttırmıştır (Altun, 2008; Ertem, 2010; Zhao, Wang, Wu ve He, 2011; Hsiao, 2012). Öğrencilerin gelişen teknolojiyi anlayabilmesi, kullanabilmesi, yeniliklere ayak uydurabilmesi, derslerin teknolojik gelişmelerle paralellik göstermesinin sağlanması açısından tablet kullanımının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Tabletlerin öğretim amaçlı kullanılmasını konu edinen çalışmalara bakıldığında tabletlerin her yerde ve her zaman öğrenmeyi destekleyerek (Nie, Armellini, Witthaus ve Barklamb, 2011; Gorgievski, Stroud, Truxaw ve DeFranco, 2005; Koile ve Singer, 2006; Enriquez, 2010; Phillips ve Loch, 2011) motivasyon sağladığı (Price ve Simon, 2009; Mills, 2012), bireysel öğrenmenin dışında işbirlikli öğrenmeye de olumlu katkı sağladığı (Sneller, 2007; Rawat, Riddick ve Moore, 2008; Romney, 2010; Ellington, Wilson ve Nugent, 2011; Jones ve Sinclair, 2011; Loch, Galligan, Hobohm ve McDonald, 2011; Mulholland, 2011; Stickel, 2009; Mendelsohn, 2012), çoklu ortamların kullanımına olanak vererek öğrenme ortamını zenginleştirdiği (Shurtz, Halling ve Mckay, 2011; Mills, 2012), kolay erişilebilir ve taşınabilir olması (Shurtz, Halling ve Mckay, 2011; Dallas, 2012) nedeniyle değerlendirme ve geri bildirim aracı olarak da kullanılabilirdiği (Koile ve Singer, 2006; Tront ve Prey, 2007; Hawkes ve Hategekimana, 2009; Kowalski, Kowalski ve Gardner, 2009; Siozos, Palaigeorgiou, Triantafyllakos ve Despotakis, 2009; Enriquez, 2010; Gök, 2012) gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Tabletlerin eğitimde kullanımı sınıf ortamlarını daha etkileşimli ve kişiselleştirilmiş hale getirmektedir (Elyazgi, Mahrin, Rahim ve Imtiaz, 2014). Dolayısıyla tabletler çeşitli öğrenme stillerine uygun, öğrencilerin faydalı ihtiyaçlarını karşılayan kişiselleştirilebilir ve çok yönlü araçlardır (Steinweg, Williams ve Stapleton, 2010; Twining, Evans, Cook, Ralston ve Selwood, 2005). Ayrıca tabletlerin uzaktan öğretim amacıyla kullanılması öğretmen ve öğrencilerin bilgi ve becerileri alıp verdiği, online öğrencilerin kontrol edildiği yararlı bir iletişim kolaylaştırıcısıdır (Loch ve McDonald, 2007). Tabletlerin matematik öğretiminde yüz yüze ya da uzaktan öğretimde kullanılması öğrencilerin öğrenme imkanlarını arttıran bir ortam oluşturmuş ve öğrenme ortamlarında yararlı bir araç haline gelmiştir (Galligan, Loch, McDonald ve Taylor, 2010).

Teknolojide yaşanan hızlı gelişimlere kayıtsız kalmayan Türkiye son birkaç yıldır

eğitim politikasında bir takım yenilikçi adımlar atarak teknolojinin sınıf ortamlarına girmesini sağlamıştır. Yukarıda özelliklerinin ve eğitimde kullanılmasının sağladığı faydaların açıklandığı tabletlerin Türkiye’de öğretim amaçlı kullanılmaya başlanması teknoloji entegrasyonunu içeren ve ilerleyen bölümde açıklanan proje ile gerçekleştirilmiştir.

### **1.2.1. Tablet öğretim amaçlı kullanımı**

Türkiye’de eğitimde tabletler, Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından hayata geçirilen ve devam etmekte olan FATİH (Fırsatları Arttırma ve Teknoloji İyileştirme Hareketi) Projesi ile kullanılmaya başlanmıştır. Eğitimde FATİH Projesi, teknolojinin etkili ve verimli kullanılarak öğrenci başarısının artırılmasını amaçlamaktadır. Projeye birlikte, her sınıfın yüksek hızlı internetle tanışacağı, öğrenme kaynaklarının çeşitleneceğı, ezberci öğrenme şeklinin ortadan kaldırılacağı, araştıran, üreten, düşünen bireyler yetiştirileceğı, öğretmen ve öğrenciye eğitim öğretimde büyük kolaylıklar sağlanacağı iddia edilmektedir. Teknoloji entegrasyonunun yer aldığı bu projenin belirtilen hedeflere ulaşip ulaşmadığı tartışma konusu olup projenin sunulan iddiaları ne derece karşılayabildiğı üzerine detaylı araştırmaların yürütülmesi gerektiğı açıktır.

Projenin 2011-2012 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde başlatılan pilot uygulaması kapsamında 17 ilde, 52 okulda beşinci ve dokuzuncu sınıf öğrencilerine ve öğretmenlerine 8500 adet tablet dağıtılmış, sınıflar etkileşimli tahtayla donatılmıştır. Proje kapsamında şu ana kadar 432 bin 288 etkileşimli tahtanın kurulumu tamamlanmış ve 41 bin 996 okula birer adet A3 veya A4 çok fonksiyonlu yazıcı ile doküman kamera kurumu gerçekleşmiştir. Erişim hizmetleri kapsamında bugüne kadar, Faz-1’de bulunan 3100 okulun Fiber Internet bağlantısı hazır hale getirilmiş ve bu okulların Fatih VPN ağına erişimi sağlanmıştır (MEB, 2016).

2011 yılında pilot dağıtımla başlatılan tablet dağıtımını daha sonraki yıllarda da devam etmiş, 2011 yılında sayısı 13.800’ü bulan tablet bilgisayar seti dağıtımını 2014 yılında 737.800 adete ulaşmıştır. 2015 yılında ise bu sayı neredeyse iki katına çıkarak 1.437.800 adet olmuştur. Tabletler, öğrenci ve öğretmenlere, birçok faydalı uygulama, yazılım ve Eğitim Bilişim Ağı (EBA) yüklü hâlde teslim edilmektedir. Ayrıca öğretmenlerin e-tahtalarla etkileşim içinde ders işlemesine ve öğrencilerle sınav, ödev, proje gibi veriler paylaşmasına imkân veren etkileşimli sınıf yönetim yazılımını da



tabletlere yüklenmiştir. Bütün tabletler kablosuz erişime açık halde dağıtılmakta ve öğrenciler tabletlerinden MEB'in kendileri için sağladığı güvenli internet içeriği prosedürüyle diledikleri zaman diledikleri yerden internete bağlanabileceklerdir (MEB, 2016).

Her öğrencinin en iyi eğitime kavuşmasını, en kaliteli eğitim içeriklerine ulaşmasını ve eğitimde fırsat eşitliğinin sağlanmasını hedefleyerek tasarlandığı belirtilen FATİH Projesinin ayrıca eğitimde teknoloji kullanımıyla ilgili dünyada uygulamaya konulan en büyük ve en kapsamlı eğitim hareketi olduğu da iddia edilmektedir (MEB, 2016). Fatih Projesi ile birlikte kısa adı EBA olan eğitim bilişim ağı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen çevrimiçi bir sosyal eğitim platformu olup bu platformun amacı; okulda, evde, kısacası ihtiyaç duyulan her yerde bilgi teknolojileri araçlarını kullanarak etkili materyal kullanımını destekleyip teknolojinin eğitime entegrasyonunu sağlamaktır. EBA, sınıf seviyelerine uygun, güvenilir ve doğru e-içerikler sunmak için oluşturulup geliştirilmeye devam etmektedir. EBA içerisinde, EBA Ders, e-dergi, e-kitap, video, ses, görsel, e-doküman ve portallar gibi çok farklı içerik kaynakları mevcuttur. Öğretmenler öğretim sürecinde kullanacağı materyalleri bu kaynaklardan temin edebilmektedirler.

Çok yüksek maliyetlerle hayata geçirilen, eğitimi iyileştirmek ve teknoloji entegrasyonunu gerçekleştirmek amacıyla yola çıkan projeler kapsamında dağıtılan tabletlerin aktif olarak kullanılabilmesi ve bu tür projelerin başarıyla devam edebilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Bunun için öğretmen ve öğrencilerin teknolojinin entegrasyonu üzerine yoğunlaşan projeleri benimseyerek eğitim-öğretim ve öğrenme-öğretme süreçlerinde aktif kullanmaları çok önemlidir. Diğer taraftan yenilenen matematik öğretim programı açısından bakıldığında teknoloji kullanım becerilerinin ön plana çıkarıldığı görülmektedir. Dolayısıyla projeler kapsamında öğretmen ve öğrencilere dağıtılan tabletlerin öğretim amaçlı olarak verimli bir şekilde kullanılması da programın beklentileri arasında yer almaktadır.

### **1.3. Matematik Öğretim Programında Geometri, Dörtgenler ve Teknolojinin Yeri**

2013-2014 öğretim yılından itibaren uygulanmaya başlayan ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8.sınıflar) öğretim programında matematiği etkili öğrenmeye ve kullanmaya yönelik geliştirilmesi hedeflenen temel becerilerden biri bilgi ve iletişim

teknolojileri (BİT) olarak belirtilmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişim anlamlı matematik öğretimi için yeni fırsatlar sunmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin sürekli gelişmesi öğretim yazılımlarının hem niteliğini hem de niceliğini arttırmaktadır. Ayrıca internet üzerinden çeşitli kaynaklara ve etkileşimli uygulamalara erişilebilmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma becerileri açısından hedeflenen ilkeler aşağıda verilmiştir:

- Hesap makinesini etkin ve yerinde kullanma
- Elektronik tablo yazılımlarını etkin ve yerinde kullanma
- Dinamik matematik/geometri yazılımlarını etkin kullanma
- Matematik öğretimi için geliştirilen uygun kaynakları (web sitesi, animasyon, küçük uygulama, vb.) etkin kullanma
- Matematikle ilgili konuları kavramada ihtiyaç duyulabilecek bilgi, video, uygulama vb. kaynaklara ulaşmada interneti etkin kullanma

Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma becerilerinin ön plana çıktığı öğrenme alanlarından birisi geometri ve ölçmedir. Bundan dolayı bu araştırmanın geometri öğrenme alanında yapılması kararlaştırılmıştır. Yeni uygulanmaya başlayan ortaokul matematik öğretim programında geometri ve ölçme öğrenme alanı tüm sınıf seviyelerinde yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında hazırlanan etkinliklerin temelinde yer alan geometri konuları 5, 6 ve 7.sınıfta yer almaktadır. 5.sınıfta öğrencilerin dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuğun temel özelliklerini anlamalarına yönelik kazanımlara yer verilmekte ve dikdörtgenin alanını hesaplamaları beklenmektedir. 6.sınıfta öğrencilerden paralelkenarın alanını hesaplamaları beklenirken 7.sınıfta dikdörtgen, paralelkenar, yamuk ve eşkenar dörtgen incelenerek yamuk ve eşkenar dörtgene ait alan bağıntıları oluşturularak ilgili alan problemlerinin çözülmesi beklenmektedir.

5.sınıfta yer alan “dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuğun temel özelliklerini anlar” kazanımına yönelik olarak öğretmenlerden açı, kenar ve köşegen özellikleri üzerinde durmaları, kareli ve izometrik kâğıtların yanı sıra dinamik geometri yazılımları ile özel dörtgenlerin dinamik incelemelerine yönelik sınıf içi çalışmalara yer vermeleri, kareyi dikdörtgenin özel bir durumu olarak ele almaları ve yamuğun tanımında kenar çiftlerinden en az birinin paralel olduğunu vurgulamaları beklenmektedir. “Dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuğu kareli veya noktalı kâğıt üzerinde çizer; oluşturulanların hangi şekil olduğunu belirler” kazanımına

yönelik olarak kareli ve izometrik kâğıtların yanı sıra dinamik geometri yazılımları ile yapılacak çalışmalara da yer verilmesi istenmektedir. “Üçgen ve dörtgenlerin iç açılarının ölçüleri toplamını belirler ve verilmeyen açıyı bulur” kazanımına yönelik olarak iç açıların ölçüleri toplamı bulunurken kâğıt katlama veya uygun modellerle yapılacak etkinliklere yer verilmesi beklenmektedir. “Çokgenlerin çevre uzunluklarını hesaplar; verilen bir çevre uzunluğuna sahip farklı şekiller oluşturur” kazanımına yönelik olarak ise çevre uzunluğunu tahmin etmeye yönelik çalışmalara yer verilmesi beklenmektedir. “Dikdörtgenin alanını hesaplar; santimetrekare ve metrekareyi kullanır” kazanımına yönelik olarak öğretmenlerden kareyi, dikdörtgenin özel bir durumu olarak ele almaları, dikdörtgen ve karenin alanı ifadesiyle bu şekillerin iç bölgesinin alanının kastedildiğini vurgulamaları ve alan kavramını anlamlandırmaya yönelik çalışmalara yer vermeleri beklenmektedir. “Verilen bir alana sahip farklı dikdörtgenler oluşturur” kazanımına yönelik olarak kenar uzunluklarının doğal sayı olacak biçimde sınırlandırılması ve geometri tahtası, noktalı kâğıt ve benzeri araçlarla yapılan çalışmalara yer verilmesi istenmektedir.

6. sınıfta yer alan “paralelkenarın alan bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer” kazanımına yönelik olarak paralelkenarın alan bağıntısı oluşturulurken dikdörtgenin alan bağıntısından yararlanılması istenmekte ve kare ve dikdörtgenin, paralelkenarın özel durumları olduğunun vurgulanması beklenmektedir. “Alan ile ilgili problemleri çözer” kazanımına yönelik olarak ise öğretmenlerden üçgen, dikdörtgen ve paralelkenardan oluşan bileşik şekillerin alanlarını içeren problemlere yer vermeleri beklenmektedir.

7.sınıfta yer alan “dikdörtgen, paralelkenar, yamuk ve eşkenar dörtgeni tanıır; açı özelliklerini belirler” kazanımına yönelik kenarların oluşturduğu açılarla birlikte eşkenar dörtgen, kare ve dikdörtgende köşegenlerin oluşturduğu açıların da incelenmesi, karenin, dikdörtgenin ve eşkenar dörtgenin özel bir durumu olarak ele alınması ve bunun yanı sıra dikdörtgen ve eşkenar dörtgenin, paralelkenarın özel halleri olarak ele alınması ayrıca dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve paralelkenarın da yamuğun özel durumları olarak ele alınması beklenmektedir. “Eşkenar dörtgen ve yamuğun alan bağıntılarını oluşturur; ilgili problemleri çözer” ve “alan ile ilgili problemleri çözer” kazanımlarına yönelik olarak üçgen, dikdörtgen, paralelkenar, yamuk veya eşkenar dörtgenden oluşan bileşik şekillerin alanlarını bulmayı gerektiren problemlere yer verilmesi, dikdörtgenin çevre uzunluğuyla alanını ilişkilendirmeye yönelik çalışmalara

yer verilmesi, aynı alana sahip farklı dikdörtgenlerin çevre uzunlukları ile aynı çevre uzunluğuna sahip farklı dikdörtgenlerin alanlarının incelenmesi istenmektedir. Ayrıca 7.sınıfta yer alan “düzlemde nokta, doğru parçası ve diğer şekillerin yansıma sonucu oluşan görüntüsünü oluşturur” kazanımına yönelik kareli ve noktalı kâğıt ile yapılacak çalışmalara yer verilmesi istenmektedir. “Yansımada şekil ile görüntüsü üzerinde birbirlerine karşılık gelen noktaların simetri doğrusuna olan uzaklıklarının eşit ve şekil ile görüntüsünün eş olduğunu keşfeder” kazanımına yönelik öğretmenlerden kareli ve noktalı kâğıt ile yapılacak çalışmalara yer vermeleri, dinamik geometri yazılımları ile yapılacak çalışmalara yer vermeleri, yatay ve dikey simetri doğrularının yanı sıra eğik simetri doğrularıyla yapılacak çalışmalara yer vermeleri, simetri doğrularının üzerinde olan şekillerle de çalışmalar yapmaları, şekil ile görüntüsü üzerinde birbirlerine karşılık gelen noktaları birleştiren doğru parçasının simetri doğrusuna dik olduğunun vurgulanması beklenmektedir.

5, 6 ve 7.sınıf düzeylerinde geometri öğrenme alanında dörtgenler konusuna ait kazanımlara her yıl yer verilerek konunun tamamlandığı görülmektedir. Bu noktadan hareketle yapılan bu çalışmada geometri öğrenme alanına yönelik hazırlanan etkinlikler daha çok dörtgenler konusu üzerine yoğunlaşmıştır. Geometri öğrenme alanında dörtgenler konusu üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığında zihinsel öğrenme süreçleri açısından bazı önemli kavramların ön plana çıktığı görülmüş ve bu kavramların açıklamalarına ilerleyen bölümde yer verilmiştir.

### **1.3.1. Dörtgenlerle ilgili araştırmalar**

Literatür incelendiğinde dörtgenler ile ilgili yapılmış pek çok çalışmaya rastlanmaktadır. Bireylerin verilen dörtgenler arasından kare, dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuğu işaretlemeleri veya verilen dörtgenin ismini yazmaları istendiğinde dörtgenlere ait prototip örneklerin sıklıkla doğru olarak işaretlendiği fakat prototip örnekler dışında farklı duruşlara sahip olan dörtgenlerin tanınmasında sorunlar yaşandığı belirtilmektedir (Fujita ve Jones, 2007; Fujita, 2012; Okazaki ve Fujita, 2007; Monaghan, 2000). Dörtgenler arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmalarda dörtgenler arası hiyerarşik ilişkilerin doğru olarak tanımlanmasının düşük olduğu ifade edilmektedir (De Villers, 1998; Fujita ve Jones, 2007; Heinze ve Ossietzky, 2002; Okazaki ve Fujita, 2007). Dörtgen algıları üzerine yapılan çalışmalarda dörtgenlerin

şekilsel olarak tanınmasının dörtgenlerin tanımlanmasından daha yüksek olduğu ve bu durumun, kişisel kavram tanımlarının akademik tanımlardan farklılaşmasından ve prototip imajların kişisel tanımları etkilemesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Fujita ve Jones, 2007; Okazaki ve Fujita, 2007). Dörtgenlerin sınıflandırması üzerine yapılan çalışmalarda da bireylerin büyük çoğunluğunun hiyerarşik sınıflama yerine parçalı sınıflama yaptıkları ifade edilmektedir (Fujita ve Jones, 2006; Monaghan, 2000).

Matematiğin pek çok öğrenme alanında ve konusunda olduğu gibi geometri öğrenme alanında ve daha özelinde dörtgenler konusunda yapılan araştırmalarda kavram tanımı ve kavram imajı terimlerine yer verilerek öğrenme süreçleri bu teorik çerçeve temelinde açıklanmaya çalışılmıştır. Dolayısıyla dörtgenler bağlamında yapılan bu çalışmada da bahsedilen terimlerin açıklanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Kavram tanımı ve kavram imajı terimleri Tall ve Vinner (1981) tarafından ele alınarak teorik çerçeveye dönüştürülmüştür.

Kavram tanımı, bir kavramı açıklamak için kullanılan ve kelimelerden oluşan yapı, kavramı doğru bir şekilde açıklayan sözel tanımlama; kavram imajı ise kavramla ilgili bireyin zihninde yer alan bütün bilişsel yapılar, kavrama atfedilen anlamlar ve zihinsel resimler olarak belirtilmektedir (Tall ve Vinner, 1981; Vinner, 1983). Tanımda bahsedilen bilişsel yapı kavrama ait tüm zihinsel resimleri, özellikleri ve süreçleri içermekte olup kavram imajı olarak açıklanmaktadır. Kavram imajı, kavram tanımından farklı olarak birey ile kavram arasındaki bir ilişki, bireyin zihinsel yapısı ve algısıyla ilgili bir olgu olduğundan bireylere özeldir. Bu nedenle kavram imajı dinamik bir yapıya sahiptir ve zaman içerisinde bireyin deneyimleriyle değişebilir veya yeniden yapılandırılabilir.

Kavram tanımları kişiler tarafından zihinsel olarak yapılandırıldığı için formal tanımlardan farklılık gösterebilir. Üstelik formal tanımdan uzak yapılan kişisel tanımlara prototip imaj, prototip imajın açık olmayan özellikleri ve şekle ait özellikler neden olmaktadır (Okazaki ve Fujita, 2007). Kişisel olarak oluşturulan kavram tanımları da bireylerin kendi kavram imajlarını oluşturmalarına yol açmaktadır (Tall ve Vinner, 1981). Kişisel kavram imajları da zamanla formal tanımların önüne geçebilmektedir (Heinze ve Ossietzky, 2002). Diğer taraftan bireyler öğretim sürecinde kavramlara ait aynı prototip imajlara maruz bırakıldıklarında yanlış kavram imajı da oluşabilmektedir (Vinner, 1983).

Geometrik kavramların şekle ait görsel imajları, tanımları ve özellikleri vardır.

Dörtgen gibi geometrik bir kavramın formal tanımı olup, bireylerin zihninde bu kavramın hem formal tanımı hem de imajı yer almaktadır. Bireyler kavramları ele alırken düşünme sürecinde kavram tanımları etkisiz kalmakta ve her zaman akla gelen kavram imajı olmaktadır (Vinner, 1983). Geometrik tanımlar yapılırken ekonomik olacak şekilde kısa ve anlaşılır olmalıdır (De Villers, 1998). Bu nedenle geometrik tanımlar sahip olduğu özelliklerden en az bilgiyi içerecek şekilde yapılandırılır. Geometrik kavramlarda görsel imaj kavramdan daha ön plana çıkararak prototip örnekler oluşturmaktadır. Kavram imajını etkileyen bu prototip örnekler kavramın sahip olduğu özelliklerin bazılarını içermektedir (Fischbein, 1993). Prototip örneklerin kavramsal algısı yanlış genellemelere yol açtığına geometrik şekle ait tanım ve şeklin aile ilişkilerine ait özellikler arasında çelişki yaşanmaktadır. Örneğin paralelkenarın prototip örneği yanlış genellemelere yol açarak paralelkenar tanımına göre onunla aynı aileden olan dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve kare de çelişkiye neden olmaktadır (Fujita, 2012). Ayrıca kare-eşkenar dörtgen ve paralelkenar-dikdörtgen ilişkisi açı ölçülerinin 90 derece olmamasından, kare-dikdörtgen ve paralelkenar-eşkenar dörtgen ilişkisi kenar uzunluklarının eşit olmamasından dolayı kurulamamakta ve bu dörtgenler farklı aile içinde değerlendirilmektedir (Fujita ve Jones, 2007).

Fischbein (1993) şekle ait kavramın ve şekle ait imajın bir arada şekilsel kavramı oluşturduğunu belirtmektedir. Geometride çizilen şekiller hem bir kavram hem de zihinsel bir imajdır. Örneğin bir dikdörtgen çizildiğinde dörtgenin ait olduğu dörtgenler sınıfını temsil etmesi kavram olma özelliğini gösterirken, şeklin uzamsal özellikler taşıması ve somut bir yapı ortaya koyması geometrik şeklin zihinsel imaj olma özelliğini göstermektedir. Şekilsel kavram teorisine (Fischbein, 1993) göre geometrik düşünme sürecinde kavramın şekli yönettiği durumlarda üst düzey düşünme gerçekleşmektedir. Şeklin kavramı yönettiği süreçlerde ise sezgiler ön plana çıkarak hatalı muhakemeler gerçekleşmektedir. Örneğin bir kare ve bir dikdörtgen verildiğinde düşünme sürecinde şekil kavramı yönetirse şekillerin görünüşlerinden etkilenilerek bu iki şekil arasındaki ilişki anlaşılmayacaktır. Kavram şekli yönetirse dikdörtgen tanımına göre her karenin aynı zamanda bir dikdörtgen olduğu ilişkisi anlaşılacaktır.

Dörtgen şekillerinin algılanması, dörtgen tanımlarının yapılması, dörtgenlere ait şekil imajı ve kavramsal ilişkinin oluşması, dörtgenlerin sınıflandırılması gibi pek çok konuda yapılan çalışmada teknolojinin geometri alanına en büyük getirilerinden biri olan dinamik ortamların kullanılması önerilmektedir. Ayrıca yukarıda açıklanan

matematik öğretim programının hedeflediği ilkelerden açıkça anlaşılacağı üzere teknolojiyi öğretmen ve öğrencilerin öğretim amaçlı olarak etkin ve yerinde kullanmaları beklenmektedir. Özellikle de geometri öğrenme alanında yukarıda bahsedilen 5, 6 ve 7.sınıf düzeylerinde yer alan kazanımlarda dinamik geometri yazılımlarının etkin kullanımı program ilkeleri arasında yer almaktadır. Bu noktadan hareketle yapılan bu araştırmanın teknoloji kullanım becerisi açısından hedeflenen ilkesini tablet içerisinde yer alan bir dinamik geometri yazılımı karşılamaktadır.

#### **1.4. Dinamik Geometri Yazılımları**

Teknolojinin gelişimi ve değişimi, okullara dolayısıyla da sınıflara yansyarak birçok değişikliğe neden olmuştur ki bu değişiklikten etkilenen matematiğin en önemli bölümü geometridir. Makro dünyadan mikro dünyalara kadar olan çok geniş çerçevedeki hareketliliğin anlatımında kullanılan geometrinin ayrıca fiziksel dünyayı tanıma konusundaki etkisinden dolayı matematik içerisinde ki yeri de ayrıdır. Teknoloji matematik öğrenme ve öğretilmede gereklidir ve matematiksel içeriği etkileyerek öğrenci öğrenmelerini arttırmaktadır (NCTM, 2000).

Teknolojinin gelişerek eğitim-öğretilme uygulanmasıyla birlikte geometri öğretiliminde büyük bir değişim yaşanmıştır. Dinamik geometri yazılımlarının (DGY) derslerde kullanılmasıyla birlikte öğrencilerin genelleme yapabilmesine, varsayımlarda bulunarak hipotezleri test edebilmesine imkan sağlanmıştır (Kösa, Karakuş ve Çakıroğlu, 2008). Cabri Geometry, Geogebra, Geometer's Sketchpad vb. gibi DGY'lerin geometri alanında kullanılmasıyla birlikte kağıt kalem ortamında statik olan geometriyi bilgisayar ortamında dinamik hale getirmiş ve öğrencilere iki ve üç boyutta geometrik yapılar oluşturma ve bu yapıları hareket ettirme, bu yapılarla ilişkin varsayımda bulunma, ilişkileri keşfetme ve test etme imkanı vermiştir.

Cabri yazılımı geometrik yapıların Öklid geometrisini temelinde uygun gösterimlerle modellenerek somutlaştırıldığı bir yazılımdır. Cabri-3D, Cabri II Plus ve Cabri Jr. Gibi çeşitleri olan bu yazılım geometrik uygulamaların yanı sıra cebirsel uygulamaları da içinde barındırmaktadır. Ayrıca bazı grafik hesap makinelerinin (TI-83, TI-84, TI-Nspire CAS vb.) içerisinde yer alan geometri uygulaması olarak Cabri Geometri yazılımı yüklüdür. GeoGebra yazılımı geometri, cebir ve analizi tek bir ara yüzde birleştiren açık kodlu dinamik matematik yazılımıdır. Ücretsiz olarak ulaşılabilen

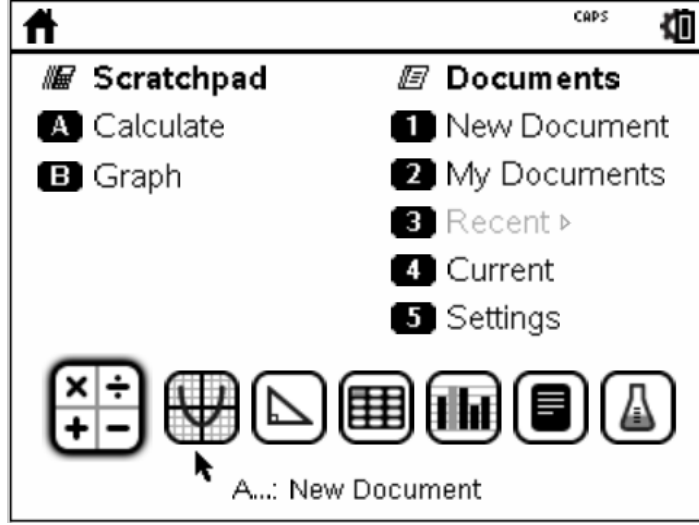
bu yazılım ile web destekli etkinlikler oluşturulabilmektedir. Ayrıca pek çok yerde enstitüsü olan GeoGebra'nın Türkiye'de de enstitüsü mevcuttur. Geometer's Sketchpad yazılımı da bahsedilen diğer yazılımlar gibi ilköğretimden yüksek öğretime kadar tüm seviyelerde kullanılabilir.

DGY kullanılarak geliştirilen çalışma yapraklarının matematik ve geometri öğretiminde kullanılması öğrenci başarısını olumlu etkilemektedir (Işıksal ve Aşkar, 2003). DGY'ler öğrencilere soyut yapılar üzerinde çalışma fırsatı verir (Hazan ve Goldenberg, 1997; Baki ve Güven, 2009; Güven, 2007; Marrades ve Gutierrez, 2000) oluşturulan şekillerin sürüklenmesi ile geometrik yapıların oluşturulmasını ve birbirleri ile ilişkilendirilmesini sağlar (van De Walle vd., 2012), şekiller arasında kurulan ilişkiler ile geometrik ispatlar yapmaya teşvik eder (Bintaş ve Akıllı 2008). DGY'ler geometrik yapılar ile ilgili düşünce şeklini değiştirirken (Yerushalmy, 2005), öğrencilerdeki bilişsel yükü azaltarak somutlaştırmanın yapılabilmesi için eylemlerinde öğrencileri serbest bırakmaktadır (Ainsworth, 2008). Sürüklemeyle birlikte tüm dengeli açıklamalar yapmaya başlayan öğrenciler varsayımları kanıtlamak ve nedenleri anlamak için istekli hale gelirken (Laborde, 2000), oluşturulan şekillerde bulunması gereken özellikleri test ederek matematiksel muhakeme yapabilme imkânı bulurlar (Aktümen, Horzum, Yıldız ve Ceylan 2010; Tapan Broutin 2010).

#### **1.4.1. TI\_Nspire CAS teknolojisi**

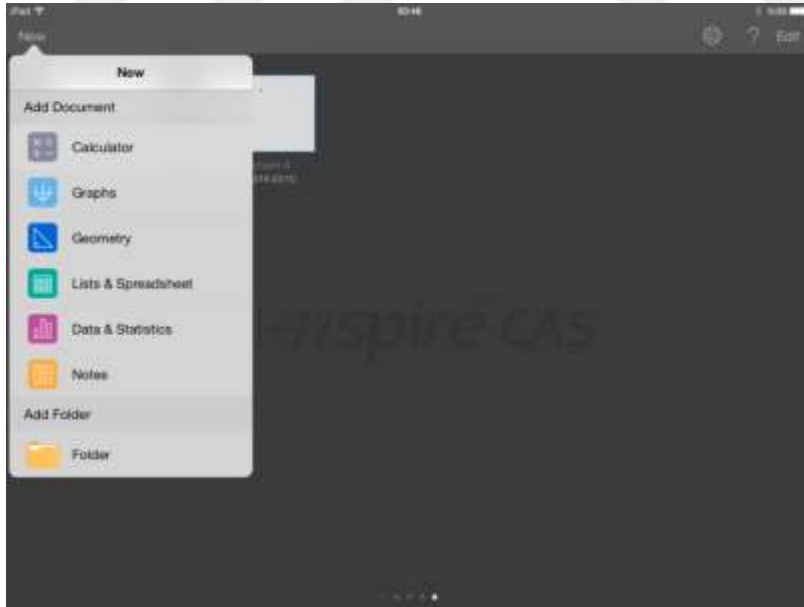
Taşınabilir hesap makinelerinin 2004 yılında geliştirilmesiyle birlikte ortaya çıkan TI-Nspire teknolojisi, dinamik geometri ortamı “Cabri-Geometre,II<sup>TM</sup>”, elektronik tablo ve grafik araçlarını ve kullanıcılara sayılar arasındaki cebirsel sembolleri ile çalışmaya izin veren bilgisayar cebir sistemi gibi çeşitli yazılım uygulamalarını içermektedir. Bu farklı yazılımları içermesi öğrencilere ve öğretmenlere bir kavramı farklı boyutlardan inceleme ve farklı temsilleriyle tanışma imkanı sunmaktadır.





Şekil 1.2. TI\_Nspire CAS Hesap Makinesi Giriş Ara Yüzü

Yenilikçi TI\_Nspire teknolojisini güçlendiren platformdan oluşturulan TI\_Nspire CAS tablet uygulaması (TI\_Nspire CAS App for Ipad) güvenilir, kapsamlı hesaplama ve analitik araçları ve yetenekleri sağlayan hepsi bir arada olan çoklu işlevselliği ortaya koymaktadır.



Şekil 1.3. TI\_Nspire CAS Tablet Uygulaması Giriş Ara Yüzü



**Hesaplama:** İnteraktif bir klavyeye uygun matematiksel ifadeler, denklemler ve formüller girerek hesaplamalar yapılabilmektedir.



*Grafik:* Fonksiyonların, denklemlerin ve eşitsizliklerin grafiği çizilebilmekte, grafikler ve nesnelere üzerindeki noktalar canlandırılabilir ve onların davranışlarını ve daha fazlasını anlamak için sürgüler kullanılabilir.



*Geometri:* Geometrik şekiller keşfedilerek oluşturulabilir ve animasyonlar yaratılabilir.



*Veri ve İstatistik:* Histogram, bar, daire grafiği gibi farklı grafik çeşitleri kullanılarak veriler analiz edilmekte ve özetlenebilir.



*Listeler ve Elektronik Tablo:* Veriler üzerinde matematiksel işlemler yapılabilir ve veriler arasındaki bağlantılar görselleştirilebilir.



*Notlar:* Matematiğin yanı sıra notlar, yönlendirmeler ve adımlar girilebilir diye interaktif klavye tek dokunuşla matematik notasyonundan alfabetik yapılandırmaya geçilebilir.

Dosyaya dayalı işletim sistemi öğrencilerin ve öğretmenlerin oluşturdukları dosyaları ve dersleri kaydetmelerine izin vermektedir. TI-Nspire CAS'da oluşturulabilen her dosya, her problem sayfasına bağlı fonksiyonlar ve değişkenlerle çalışan çoklu uygulamalara ve sayfalara sahip olma yeteneği sağlamaktadır. Böylece çoklu problemler tek tip problemden daha fazlasını keşfetmek için olanak sağlayan her bir dosya içerisinde aktif olabilirler. TI-Nspire CAS'ın çoklu gösterimlerle bağlantılı açık ve açıklayıcı temsillerinin kullanımı, önemli matematik iletişim ve gösterimlerini arttırmaktadır.

Yapılan bu araştırma kapsamında tabletler içerisine yüklenen TI\_Nspire CAS teknolojisine sahip olduğu çeşitli yazılım uygulamalarından geometri seçilmiş ve uygulamanın temelinde yer alan Cabri Geometri yazılımı etkinlik uygulamalarının yapılacağı dinamik ortam olarak belirlenmiştir. 7.sınıf geometri öğrenme alanı kazanımları temelinde hazırlanan etkinliklerin dinamik geometri ortamında uygulamaları sırasında özellikle sürükleme ve ölçme araçlarının kullanımına odaklanılmıştır. Bu nedenle dinamik geometri ortamında gerçekleştirilen sürükleme ve

ölçme ilerleyen bölümlerde ayrıntısıyla açıklanmaktadır.

## **1.5. Dinamik Geometri Ortamında Sürüklenme**

Sürüklenme geometri yazılımlarına dinamiklik özelliği kazandırarak geometrik yapıların özelliklerinin keşfedilmesine ve bununla birlikte dinamik ortamlarda geometrik oluşumların meydana getirilmesine olanak sağlamıştır (Arzarello, Olivero, Paola ve Robutti, 2002; akt.Köse, Uygan ve Özen, 2012). Sürüklenmenin geometri ortamındaki şekillere dinamiklik özelliğini kazandırmasının bir sonucu dinamik ortamdaki çizim ve oluşum arasındaki farkın anlamlandırılabilmesini sağlamasıdır. Sürüklenmeyle birlikte şekle ait özelliklerin korunup korunmadığı araştırılabilirken bunun yanında geometrik yapıların kavramsallaştırılması da gerçekleştirilebilir.

90'lı yılların sonlarında bir grup araştırmacı (Federica Olivero, Ferdinando Arzarello, Domingo Paola, Ornella Robutti) dinamik geometride açık uçlu problemleri araştırdıkları sırada Hölz (1996)'nın çalışmalarını geliştirerek konunun kendiliğinden oluşan sürüklenme modellerinin gelişimini analiz etmişlerdir. Araştırmaları sürüklenmenin öğrencilerin sorgulama süreçlerini etkileyebileceğine odaklanarak sürüklenmenin kavramsal bakış açısından kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Öğrencilerin farklı amaçlar için farklı sürüklenme tipleri kullandıklarını belirterek öğrencilerin problem çözerken kullanabilecekleri sürüklenme şeması olarak ifade edilen farklı sürüklenme modellerini sınıflamışlardır (Arzarello vd., 1998b; Arzarello vd., 2002; Arzarello, 2001 Olivero, 1999, 2002). Bu sürüklenme şemaları ekrandaki dinamik şeklin noktalarının özel sürüklenme yolları olarak tanımlanabilir. Yani görevi yerine getirmek için öğrenci tarafından kullanılan sürüklenme aracının özel kullanımıdır.

### **1.5.1. Sürüklenme modellerinin sınıflandırması**

Cabri ortamında problem çözerken öğrencilerin fareyi nasıl kullandıklarını gözlemleyerek sürüklenme modelleri tanımlanmıştır (Arzarello vd., 2002) ve bu sürüklenme modellerinin sınıflandırması aşağıda verilmiştir:

- Rastgele sürüklenme (wandering dragging): oluşum üzerindeki temel noktaların plansız, şekillerin ilginç görünümünü ya da kurallarını keşfetmek için ekranda rastgele hareket ettirilmesi ile yapılan başlangıç sürüklenmesidir.

- Kısıtlı sürükleme (bound dragging): bir nesneye bağlanmış olan oluşum üzerindeki noktaların şeklin keşfedilen özelliğinin bozulmayacak biçimde sürüklenmesidir.
- Amaçlı sürükleme (guided dragging): oluşum üzerindeki temel noktaların özel bir şekil oluşturulması için sürüklenmesidir.
- Gizli geometrik yer sürüklemesi (dummy locus dragging): oluşum üzerindeki temel noktaların, şeklin keşfedilen özelliklerini koruyarak bir yol üzerinde sürüklenmesidir. Bunun anlamı, farkında olmadan gizli bir yolun takip edilerek sürüklemenin yapılmasıdır. Bu yolun belirttiği geometrik yer birey tarafından henüz fark edilmemiştir.
- Geometrik yeri işaretleyerek sürükleme (line dragging): şeklin düzeninin korunarak, görünmeyen geometrik yerin işaretlenerek yeni keşfedilen noktalar üzerinde sürüklenmesidir.
- Bağımlı sürükleme (linked dragging): noktanın bağlanmış olduğu nesne üzerinde sürüklenmesidir.
- Sürükleme testi (dragging test): sürüklenebilir ya da yarı sürüklenebilir noktaların şeklin ilk keşfedilen özelliklerini koruyup korumadığını görmek için yapılan sürüklemedir. Sürükleme sonucunda şekil özelliklerini koruyorsa testi geçer, korumuyorsa şeklin sahip olduğu düşünülen geometrik özelliklere göre oluşturulmadığı anlaşılır. Sürükleme testi kısaca keşfedilen özelliklere göre oluşumların yapılması ve sürüklenerek sonuçlarının test edilmesidir.

Öğrenciler bu farklı sürükleme modellerini farklı amaçları (keşfetme, varsayımda bulunma, doğrulama, haklı çıkarma) başarmak için yaparlar. Örneğin rastgele ve amaçlı sürükleme genellikle keşfetme aşamasında kullanılır. Gizli geometrik yer sürüklemesi varsayımın oluşturulduğuna işaret eder. Sürükleme testi temel olarak bir varsayımın test edilmesinde kullanılır. Bu yüzden öğrencilerin sürüklemeyi nasıl kullandığına bakmak onların kavramsal süreçlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlar.

### **1.5.2. Kavramsal bakış açısından sürükleme**

Bireyler çözüm sürecinde farklı amaçlarla farklı sürüklemeler yapmaktadır: şeklin düzenliliğine bakarak keşfetme, varsayımda bulunma, varsayımları test etme ve

doğrulama, varsayımları haklı çıkarma. Bilgisayar destekli uygulamalar, algılamadan soyut fikirlere doğru ileri geri olan kavramsal gelişim içinde çerçeveslenir. Olivero, Arzarello, Paola ve Robutti tarafından yapılan çalışmalarda (Olivero, 2000; Arzarello vd., 1998a, 1998b, 2002) uzman bireylerin oluşturdukları varsayımlar dikkate alınmış ve varsayım formülasyonunun dinamik keşfi ve doğrulanması ile gelişen, bütün süreci açıklayan teorik bir model amaçlanmıştır. Bu model kurama geçiş (ascending) ve algıya geçiş (descending) (Saada-Robert, 1989; Arzarello, 2000; Gallo, 1994; Olivero, 1999; Arzarello vd., 2002) arasındaki teorik ayrıma odaklanmaktadır ve kuramdan algıya ve algıdan kurama geçerken geri çıkarım (abduction) içerisinde hipotezler meydana gelmektedir. Bahsedilen bu iki temel bilişsel tipoloji aşağıda açıklanmıştır:

- Kurama geçiş: Bireyin varsayım oluşturmak için şekli okuduğu modellemedir. Bu modelleme verilen durumun keşfedilmesi ile ilgilidir ve kurallara ve değişkenlere bakarak durumu serbestçe keşfetmek için çizimlerden teoriye geçişi yani algısal düşünme düzeyinden kuramsal düşünme düzeyine geçiş sürecini ifade etmektedir.
- Algıya geçiş: Varsayım çoktan oluşturulduğunda ve doğrulama için araştırma yapıldığında meydana gelir. Birey daha önce şekil üzerinden okumuş olduklarını haklı çıkarmak ve varsayımını doğrulamak için teoriden bahseder. Özellikleri kontrol etmek, varsayımları doğrulamak ve reddetmek için teoriden çizime geçiş yani kuramsal düşünme düzeyinden algısal düşünme düzeyine geçişi ifade etmektedir.

Algısal düşünme düzeyi bireylerin geometrik şeklin fiziksel özelliklerine göre gerçekleştirdikleri düşüncelerini ifade ederken, kuramsal düşünme düzeyi geometrik şeklin özelliklerine göre varsayımda bulunma, ispat yapma ve varsayımın doğruluğunu değerlendirme gibi etkinlikleri içermektedir (Arzarello, 2001; akt. Köse, Uygan ve Özen, 2012). Cabri ortamında yapılan sürükleme uygulamaları ile gösterilen kurama geçiş ve algıya geçiş süreçleri algısal seviyeden teorik seviyeye ve öğrencilerin matematiksel aktivitelerinde teorik seviyeden algısal seviyeye bilişsel bir dönüşümün gerçekleştiğini ortaya çıkarmaktadır. Kurama geçiş ve algıya geçiş süreçleri neyin ortaya çıkarılacağına varsayılması ve neyin verildiğinin göz önüne alınması ile çeşitlenmektedir. Bu süreçler ilgili didaktik bakış açısına sahip bilişsel hassas ve kilit bir noktayı yürürlüğe sokmaktadır. Kalem-kağıt ve Cabri ortamları arasında farklı dinamiklerde bu iki bakış açısı gözlemlenebilir. Bu geçiş geri çıkarım muhakemesi

tarafından yönetilmektedir. Fakat daha öncesinde konunun yaratıcılığı nedeni ile geri çıkarımlar üretilmektedir ve Cabri ortamındaki sürüklenme süreci bu geri çıkarım muhakemelerinin yapılmasına aracılık etmektedir. Üstelik tekrarlanan aktarmalar algısal düşünmeden daha teorik çerçeveye doğru gelişimi desteklemektedir. Bu gelişim kuramsal düzeydeki düşünmeden algısal düzeydeki düşünmeye ya da tam tersi yönde gerçekleşen geçişteki düzen tarafından gösterilir (Arzarello, 2000).

Geri çıkarım, gerçekleşen duruma hangi kuralın sebep olduğunu belirleme yani bireyin özel durum için uygun olan teori parçalarını bulmak amacıyla kendi teorik bilgisini taraması anlamına gelmektedir. Yapılan keşifler varsayıma dönüştürülür (Peirce, 1960; Magnani, 1997; akt. Baccaligini-Frank, 2010). Geri çıkarım kuramdan algıya ve algıdan kurama geçiş sürecinde yani keşiften varsayıma ve sonrasında kanıtla geçiş sürecinde etkili bir rol oynamaktadır. Geri çıkarım varsayımların oluşturulduğu ve eğer...ise formunda açıklandığında bu geçişe rehberlik etmektedir. Geri çıkarımla birlikte elde edilen bilgiler üzerinde yapılan sezgisel düşünme bilgilerin doğruluğunu göstermek için yeni araştırmaların yapılmasına yol açmaktadır (Köse, Uygan ve Özen, 2012). Üstelik Arzarello ve diğerlerinin (2002) çalışmaları geri çıkarım muhakemesinin gizli geometrik yer sürüklemesinin kullanımıyla uyum içinde meydana geldiğini belirtmektedir.

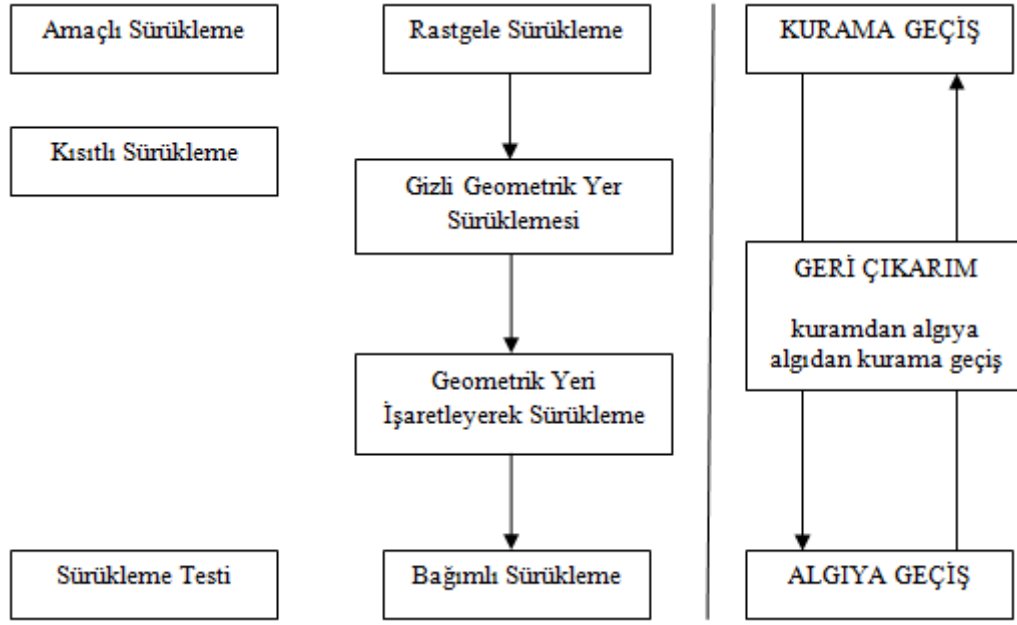
### **1.5.3. Sürüklenme modellerinin kavramsal açıdan yorumlanması**

Dinamik geometri ortamındaki sürüklenme işlemi algısal düşünme düzeyinden kuramsal düşünme düzeyine geçişi sağlayan bir araçtır. Bu araç bu geçiş sürecini hızlandırarak etkinleştirdiği gibi, bireylerin keşfetme, varsayım oluşturma ve matematiksel genellemeler yapmalarını da etkinleştirir (Arzarello, 2001; Olivero, 1999). Sürüklenme modellerinin kullanımında çözüm süreci bir dizi farklı modeller yoluyla gelişsin diye bu modeller arasında bir hiyerarşi söz konusudur. Tabii ki bu oluşum kuralcı değildir, bütün bireyler bunu garanti etmez. Kurama geçiş-algıya geçiş gelişimi teorik bakış açısından kendi kendine gerçekleşmez fakat dinamik geometri ortamındaki süreçte öğrencileri desteklemek için dikkatli didaktik desen gereklidir.

Cabri ortamındaki sürüklenme, öğrencilerin kavramsal süreçlerinin ne olduğunu algısal seviyede yansıttığı şeklinde görülmektedir. Öğrenciler farklı amaçları başarmak için farklı sürüklenme modellerinden yararlanmaktadır. Rastgele, kısıtlı ve amaçlı

sürüklemeler verilen görevin araştırılması ve keşfedilmesi için kullanılır. Böylece onlar kurama geçiş akışının bir parçası olurlar. Gizli geometrik yer sürüklemesi kendi yolunda bulunan rastgele sürükleme gibi görülebilir. Bu deneysel seviyede tekrarlanan sürüklemelerle gizli geometrik yer henüz görülür değildir. Gizli geometrik yer hem güçlü yeni sezgilerin üreticisi hem de önceki araştırmaların mantıksal düzenleyicisi olarak rol oynayabilmektedir (Holzl, 1996; Pea, 1987; akt.Arzarello vd., 2002). Bu model algıya geçiş akışının başlangıcını meydana getirmektedir yani geri çıkarımdır. Birey kesin ilişkileri, özellikleri, değişmezliği görmeye başlar ve buna mantıklı bir anlam vermeye çalışır. Eğer şekil bazı düzenliliği korursa o zaman kesin yer tanımlanır. Gizli geometrik yer sürüklemesi öğrencilerin geri çıkarım üretmelerini ve sonuçta kurama geçiş-algıya geçiş akışları arasındaki dönüşümü destekler.

Geometrik yeri işaretleyerek sürükleme gizli geometrik yer sürüklemesini takip eder. Gizli olan yer belirgin hale gelir ve ekranda görülebilir. Bu algıya geçiş akışının bir parçasıdır. Bağımlı sürükleme varsayımın kontrol edilmesine izin verir. Eğer geometrik yer Cabride oluşturulmuşsa (örneğin bir doğru, çember) birey noktayı bu geometrik yere bağlayabilir ve keşfedilen özellik o yer üzerinde sürükleme boyunca korunmak zorundadır. Bu yüzden bu algıya geçiş akışının başlangıcını meydana getirmektedir. Diğer taraftan bu keşif sürecinde belirgin hale gelebilir. Sürükleme testi oluşum ya da görselden ileri gelen varsayımların doğrulanması anlamında kullanılır. Bu yüzden bir çeşit algıya geçiş meydana gelmektedir. Kurama geçiş-algıya geçiş bilişsel akış modelleri ile bağlantılı olan bir sürükleme modelinden diğerine geçiş gelişim yaşandığını göstermektedir. Örneğin rastgele sürükleme kurama geçiş modelinin tipik bir örneği iken sürükleme testi algıya geçiş modelinin tipik bir örneğidir. Sürükleme modellerinin kurama geçiş-algıya geçiş süreci ile ilişkilendirilmesi şekil 1.4'de gösterilmektedir.



Şekil 1.4. Kurama Geçiş-Algıya Geçiş Süreci

Kaynak: Arzarello vd., 2002

## 1.6. Dinamik Geometri Ortamında Ölçme

Ölçme en genel tanımıyla bir değişkenin, niteliğin diğer bir ifade ile ölçülmek istenen bir özelliğin gözlemlenmesi ve gözlem sonuçlarının sayılarla ya da başka sembollerle gösterilmesi sürecidir (Turgut, 1977; 1987). Bu sürecin sonunda elde edilen sayılara ve ya sembolere ise ölçme sonucu ya da ölçüm denilmektedir. Diğer bir ifade ile ölçme bir nesnenin (ya da durumun veya olayın) bir özelliğinin aynı özelliğe sahip bir birim ile karşılaştırılması sonucu elde edilen sayıdır (van De Walle vd., 2012). Yapılan ölçme sonucunda elde edilen sonuçlar sayılarla ifade edilebileceği gibi sıfatlarla da ifade edilebilir. Sayısal olarak verilen ölçme sonuçları çok daha net anlaşılır ve nesnel iken sıfatlarla verilen ölçme sonuçları subjektiftir ve kişiler tarafından farklı yorumlanabilir. Bunun yanı sıra matematikte ve fen bilimlerinde gerçekleştirilen ölçmeler aslında bizlere ölçme işleminin ikili bir doğaya sahip olduğunu da göstermektedir.

Öklid geometrisinde iki homojen nicelik verildiğinde bu nicelikler arasında var olan bağıntı birisinde yapılan ölçmenin diğerine bağlı olduğunu göstermektedir. Matematikte bu nicelikler arasında gerçekleştirilen ölçmenin sonucu genellikle gerçek



sayı olup rasyonel bir sayı olmak zorunda değildir. Örneğin bir karenin kenar uzunluğu ile buna bağlı olarak ölçülen köşegen uzunluğu arasındaki durum matematikteki iki niceliğin birbirine oranının her zaman rasyonel sayı olmadığını ortaya koymaktadır. Matematiksel bakış açısından ölçme sonuçları gerçek sayılar kümesi içerisinde açıklanmaktadır.

Deneysel bilimlerde gerçekleştirilen ölçme ise farklı bakış açısına sahiptir. Deneysel bilimde gerçekleştirilen ölçümler kullanılan ölçme aracının çeşidine ve hassasiyetine, tekrarlanan ölçme sayısına ve ölçüm değişkenliğine bağlıdır. Dolayısıyla matematikte olduğunun aksine deneysel bilimde ölçme sonuçları rasyonel olmayan sayılarla ifade edilememektedir. Ölçme süreci, ölçme birimi ile ölçülen niceliğin karşılaştırılmasını içermektedir. Eğer ölçme süreci tekrarlanan bir süreç içeriyorsa birden fazla ölçüm elde edilmektedir. Deneysel bilimde ölçme sonucu, eğer bir ölçme gerçekleştirilmişse birkaç önemli ondalık basamakla ölçme aracının hassasiyetine bağlı olarak, eğer ölçme süreci birden fazla tekrarlanmışsa ölçme değişkenliğine bağlı olarak rasyonel bir sayı şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Deneysel bilimde ölçme sürecinin sonucu genellikle sayısal olarak verilmeyip bir aralık olarak ifade edilmektedir. Bu aralığın merkezi, eğer ölçme bir defa yapılmışsa sonucu, eğer birden fazla yapılmışsa ölçüm sonuçlarının ortalamasıdır. Aralığın merkezi ve bitiş noktaları arasındaki fark ölçüm değişkenliğini göstermektedir (Olivero ve Robutti, 2007).

Dinamik geometri ortamında ölçme aracının kullanımı yoluyla meydana gelen şekillerin teorik ve grafiksel görünüşleri arasındaki karşılıklı etkileşimden doğan çatışma, hem deneysel bilime hem de matematiğe ait olan özellikleri içeren ortam tiplerinde mevcut bulunan ölçmenin ikili doğasında yerleşmiştir. Aslında matematikteki ve bilimdeki ölçme bireylerin problem çözme ve kanıtlamaları üzerinde etkili olan farklı epistemolojik durumlara sahiptir. Ölçme aracını içeren teknolojik bir araç durum daha karışık görünse bile ölçme sonuçlarının olanaklarını sunmaktadır.

Dinamik geometri ortamları menülerinde ölçme aracını içermektedir. Bu araçla birlikte geometrik yapılara ait uzunluk, çevre, alan, açı gibi özellikler ölçülebilmektedir. Üstelik bu ölçümler şekil hareket ettirildiğinde aralıksız olarak sürekli değişmektedir. Dinamik geometride ölçme kavramı deneysel bilim ve matematiğin her ikisine de ait olan özellikleri içermektedir. Ölçümlerin alınma yolu deneysel bilimi hatırlatabilir ancak yazılım geometrik bir ortamı (Öklid) benzetmektedir. Bu durum keşif ve oluşum için imkan sağlarken diğer yandan bir çatışma kaynağı da olabilir (Baulac vd., 1988).

Dinamik geometri ortamındaki şekiller Öklid geometrisinin özelliklerine göre oluşturulmasına rağmen dinamik ortamın düzlemi Öklid düzlemi ile örtüşmemektedir. Öklid düzlemi sonsuz sayıda nokta içerirken dinamik geometri düzlemi bilgisayarın en küçük birimi olan pikseller gibi sonlu sayıda eleman içermektedir. Örneğin dinamik geometri ortamlarında çizilen bir doğru Öklid geometrisindeki doğrudan farklıdır çünkü dinamik ortamda çalışma sayfasının yazılım tarafından belirlenen boyutları nedeniyle çizilen bir doğru sonlu uzunluğa sahiptir ve bu doğruyu oluşturan bileşenler boyutsal noktalar olmayıp piksellerdir (Olivero ve Robutti, 2007).

Dinamik geometri ortamında örneğin bir doğru parçasının uzunluğu ölçülmek istendiğinde şu aşamalar takip edilir: doğru parçasının uç noktalarının koordinatları ekranda seçilen ondalık basamağa kadar rasyonel sayı olarak görülür, iki nokta arasındaki uzaklık için analitik formül kullanılarak doğru parçasının uzunluğu hesaplanır, elde edilen sayı eğer irrasyonel ise en yakın rasyonel sayıya bireyin seçtiği ondalık basamağa kadar yuvarlanır. Dinamik ortamda yapılan bu ölçme sonsuz kesinlik sağlamayıp yaklaşık değerlerdir (Boieri, 1995).

Dinamik geometri ortamlarında ölçümler ekranda sayısal olarak birey tarafından düzenlenebilen ondalık basamağa kadar görülür. Ondalık basamağın artması aracın duyarlılığının artması anlamına gelmezken ölçüm sonucunun farklı matematiksel gösterimidir. Dinamik geometri ortamlarının ölçme duyarlılığı piksellerin boyutları ile sınırlandırılmıştır. Bu durum da ölçme aracının duyarlılığı için teknolojik bir sınırın olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan dinamik geometri ortamlarında yapılan ölçme geometrik özellikler açısından bireyleri her zaman memnun etmeyebilir. Örneğin teorik olarak eşit olmadığı bilinen doğru parçaları için dinamik ortamda ekranda ölçüm sonucu olarak iki eşit uzunluk görülebilir. Bunun tam tersi olarak eşit olduğu bilinen iki doğru parçasının ölçülen uzunlukları ekranda farklı görülebilir.

Kağıt kalem ortamlarında cetvelle yapılan ölçmede bireyler ölçme aracını dinamik ortama göre daha iyi yönetmektedirler (Olivero ve Robutti, 2007). Cetvelin duyarlılığının farkında olan ve belirsizliği nasıl yorumlayacağını bilen bireyler dinamik ortamlarda gerçekleşen ölçme eylemini, menüdeki ölçme aracını aktif hale getirmesinin dışında direk olarak kontrol edememektedirler. Ekranda görülen sayı ölçüm sonucu olmaktadır ve bu ölçüm sonucu bireyler tarafından kağıt kalem ortamında olduğu gibi aynı şekilde yorumlanamamaktadır. Dinamik ortamlar ölçme aracının kullanılması sonucu ekranda bir sayısal sonucun gösterilmesini sağlayarak bireylerin ölçme sürecine

direk olarak etki etmelerini engellemektedir. Birim ve nicelik arasında bir karşılaştırma yaparak sürece müdahale edemeyen bireyler ekranda ölçüm olarak okudukları sayıyı sadece doğru olarak kabul edebilirler.

### 1.6.1. Ölçme modellerinin sınıflandırması

Dinamik geometri ortamında ölçme güçlü bir araç olmasının yanında aynı zamanda bireyler tarafından uygun yönetim ve yorumlamayı gerektiren karmaşık bir araçtır. Bireylerin ölçme sonuçları ile ilgili farkındalıkları ve ölçümlere duydukları güven dinamik geometri ortamında ölçme aracını kullanmalarını çeşitlendirmektedir. Literatür incelendiğinde dinamik geometri ortamında yapılan ölçme için farklı modellerin ön plana çıktığı görülmektedir. Aşağıda ölçme modelleri ve bu modellerin sınıflandırması açıklanmıştır.

Vadcard (1999) dinamik geometri yazılımı olan Cabri-Geometri’de ölçme aracının kullanımı üzerine yaptığı çalışmasında ölçmenin iki farklı kullanımını tanımlamıştır:

- Keşifçi ölçme (mesure exploratoire): ölçmenin bulgusal, keşifsel bir araç olarak kullanılması.
- Deneysel ölçme (mesure probatoire): ölçmenin test etme aracı olarak kullanılması.

Ölçme için yapılan bu modelden daha sonra Olivero ve Robutti (2007) dinamik geometri ortamında ölçmenin varsayımda bulunma ve ispat yapma aracı olarak kullanımını inceledikleri araştırmalarında ölçmeyi genel olarak iki kategoriye ayırmışlar ve bu kategorilerde yer alan ölçme modellerini tanımlamışlardır. Kategoriler Laborde (2004)’un tanımladığı uzamsal-grafiksel düşünme ve teorik düşünme seviyeleri arasındaki geçiş süreçlerine göre belirlenmiştir.

Bireyler, geometrik şekilleri oluşturdukları ve kullandıklarında bu şekillerin ilk bakışta bıraktıkları izlenim olarak dış görünüşlerine göre değer vererek anlayabilirler. Geometrik şekiller teorik özellikleri ve öğrencilerin kavramsal aktivitelerine yol açan uzamsal-grafiksel özellikleri içermektedir. Öğrencilerden bir şekil oluşturmaları istendiğinde öğretmenler, onların teorik bilgiyi kullandıkları geometrik seviyede çalışmalarını beklerler. Halbuki öğrenciler çok sıklıkla grafiksel seviyede kalırlar ve sadece görsel sabitleri yerine getirmeye çalışırlar. Diğer taraftan öğretmenler çizim

sürecinin geometrik özelliklere dayandırılmasını da beklerler. Geometride uzamsal-grafiksel ve teorik özellikler arasındaki farklılıklar benzer olarak uzamsal-grafiksel ve teorik düşünme seviyeleri arasında da ortaya çıkmaktadır. Teorik düşünme seviyesi, teorik nesnelere, bu nesnelere üzerindeki ilişkiler ve işlemler, muhakemeler gibi teorik göndergelere işaret etmektedir. Uzamsal-grafiksel düşünme seviyesi, fiziksel eylemlerin gerçekleştirilmesi ve fikirlerin, yorumların, düşüncelerin ve muhakemelerin açıklanması mümkün olan grafiksel öğelere işaret etmektedir (Laborde, 2004).

Birinci kategori dinamik ortamlarda bireylerin uzamsal-grafiksel düşünme seviyesinden teorik düşünme seviyesine geçiş süreçlerini içermektedir. Bu kategoride aşağıda açıklanan üç ölçme modeli yer almaktadır:

- Rastgele ölçme (wandering measuring): bireylerin geometrik yapıya ait fikirlerinin olmadığı durumda durumu rastgele keşfettikleri ölçme modelidir. Bireyler sayısal ilişkileri ve değişkenleri tanımlamak için şeklin bazı elemanları ölçerler. Ölçümlere güvenen ve sonuçların kesinliğine tamı tamına inanan bireyler bu aşamada uzamsal-grafiksel düşünme seviyesinde bulunmaktadırlar. Bireyler ölçümleri okuyarak edindikleri bilgiyi varsayımda bulunmak için kullandıklarında ise uzamsal-grafiksel düşünme seviyesi ile teorik düşünme seviyesi arasında bağlantı kurmaktadırlar.
- Amaçlı ölçme (guided measuring): bireylerin geometrik yapıya ait belirli durumları birbiri ardına inceleyerek şeklin amaçlı keşfini yaptıkları ölçme modelidir. Bu modelde genel şekilden belirli bir şekli elde etmek amacıyla ölçme yapılır. Örneğin genel bir dörtgen, karşılıklı açı ölçülerine ve karşılıklı kenar uzunluklarına bakılarak sürüklemeye bir paralelkenara dönüştürülebilir. Bu ölçme modeli bireyleri keşfetme amacıyla en belirli olandan en geneline gibi farklı durumları düzene sokmak için kullanışlıdır.
- Algısal ölçme (perceptual measuring): bu modelde yapılan ölçümler kavramın doğruluğunu test etme amacına hizmet etmektedir. Öğrencilerin şeklin bazı özelliklerine ve ilişkilerine ait sezgileri vardır fakat bu sezgilerin algılanmasından emin değildirler. Dolayısıyla bireyler niteliksel ilişkileri niceliksel olana dönüştürerek algılamının doğrulanması için ölçme yapmaktadırlar. Bu aşamada uzamsal-grafiksel düşünme seviyesinde olan bireyler algılamalarını varsayıma dönüştürdüklerinde teorik düşünme seviyesine sıçrama yapabilirler.

İkinci kategori dinamik ortamlarda bireylerin teorik düşünme seviyesinden uzamsal-grafiksel düşünme seviyesine geçiş süreçlerini içermektedir. Bu kategoride aşağıda açıklanan iki ölçme modeli yer almaktadır:

- Doğrulama ölçümü (validation measuring): varsayım oluşturulduktan sonra varsayımı kabul etmek ya da çürütmek amacıyla kontrol etmek için yapılan ölçmedir. Bu ölçme modeli bireylerin teorik düşünme seviyesinden uzamsal-grafiksel düşünme seviyesine doğru bir bağlantı kurmalarına izin vermektedir.
- İspat ölçümü (proof measuring): bireylerin ispat oluşturduktan sonra ispatı daha iyi anlamak ve açıklamak amacıyla yaptıkları ölçmedir. Dinamik ortamda genellikle statik şekiller üzerinde ölçümler yapılarak yeni deneyimler yaşanmaktadır.

### **1.7. Teorik Çerçeve: Enstrümantal Yaklaşım**

Matematik öğretim ve öğrenimine teknolojinin entegrasyonu sıklıkla beklenenden daha karmaşık olarak sonuçlanmaktadır (Drijvers, 2000; Lagrange, 2000; Guin ve Trouche, 2002; Trouche, 2000). Öğrencilerin kavramsal anlamaya odaklanabilmeleri için işlemleri onların adına teknolojinin yerine getirme fikri aslında çok basittir. Buradaki asıl sorun öğrencilerin teknoloji ortamındaki işlemlere uygun anlamlar verdiğinden nasıl emin olunacağıdır. Anlamanın oluşturulması için teknoloji kullanımının gerektirdiği teknik becerilerin üstesinden gelmek gerekir. Teknolojinin öğretime entegrasyonu ve teknolojik araçların kullanımı gibi alanlara yoğunlaşan çalışmalarda bazı teorik çerçeveler dikkatle incelenmiş ve teknolojik araçların kullanım sürecini anlamak ve açıklamak için uygun teorik çerçeveler geliştirilmiştir (Goss vd., 2010; Trouche, 2005). Teknolojik ortamda matematik eğitiminde öğrencilerin öğrenme süreçlerini anlamaya yardımcı olan teorik bakış açılarından biri Enstrümantal Yaklaşımdır (Drijvers vd., 2013). Teknolojinin kullanıldığı bu çalışmada da araç kullanımının gelişimini açıklamak için, ağırlıklı olarak Fransız araştırmacılar tarafından teknolojinin matematik eğitime entegrasyonu kapsamında geliştirilen (Trouche, 2002) Enstrümantal Yaklaşım bir teorik çerçeve sağlamaktadır (Özdemir Erdoğan, 2016).

Literatürdeki farklı araştırmalarda Enstrümantal Yaklaşım; bir görev tipini gerçekleştirmek için araç kullanımıyla gerçekleşen farklı şemaların tanımlandığı, öğrencilerin araç kullanım tekniklerine ve bilişsel gelişime odaklanan, araç kullanımının

ve öğrenme arasındaki ilişkinin araştırıldığı psikolojik bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Artigue, 2002; Gravemeijer, 2005; Mariotti, 2002; Tabach, 2011).

Enstrümantal Yaklaşımın daha iyi anlaşılabilmesi için teoriyi oluşturan araç (artefact), enstrüman, enstrümantal oluşum (bileşenleri: enstrümantasyon ve enstrümantalizasyon), enstrümanlı şemalar ve teknikler gibi temel kavramlar ilerleyen bölümde sırasıyla açıklamıştır.

### 1.7.1. Araç-Enstrüman ilişkisi

Enstrümantal Yaklaşımın arka planlarından bir tanesi teorinin temelini şekillendiren Vygotsky'nin araç üzerindeki çalışmasıdır (Vygotsky, 1978). Vygotsky'nin çalışmasının merkezindeki konu insan aktivitesi ve çevre arasında arabulucu olan araç düşüncesidir. Vygotsky bireylerin sosyal çevreleri ile ilişkileri sonucunda ortaya çıkan zihinsel yapılarının süreç içerisinde kullanılan araçlar yoluyla oluştuğunu ifade etmektedir. Bu kültürel-tarihsel araçlar materyal bir araç olabileceği gibi dil ya da cebirsel semboller gibi bilişsel araçlar da olabilir. Son zamanlarda Noss ve Hoyles (1996) teknolojik araçların öğrenen ve öğrenilmesi beklenen bilgi arasında arabulucu olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu yaklaşım içerisinde, teknolojik araçların yeni bilginin inşa edilmesi sürecinde arabulucu olarak nasıl rol oynayabileceği Vygotsky bakış açısından ele alınmaktadır (Drijvers, 2003).

Araç “çıplak araç”, bireyin verilen görev tipini yerine getirmesi için ortamda mevcut olan, ancak aracın nasıl kullanılacağına bilinmediği durumlarda bireye anlamsız gelen materyal ya da somut nesnedir. Çekiç, pusula, piyano, hesap makinesi, bilgisayar, tablet, dinamik geometri yazılımı, ikinci dereceden denklemleri çözmeye yarayan algoritmalar gibi sosyal ve kültürel faaliyetler sonucunda ortaya çıkan ve materyal ya da kültürel olan araçların kullanıcılarını ve kullanımını göze almadan önceki adına *artefact* denir (Drijvers vd., 2013; Trouche, 2004, 2005). Literatür incelendiğinde araç kavramı için farklı tanımlar yapıldığı görülmektedir. Araç; bireyin aktivitesini destekleyen (Trouche, 2004), matematiksel anlamlar içeren ve öğrenmeyi sağlayan zengin matematiksel durumlar doğuran (Rivera, 2007), ortamın matematiksel özelliklerini özetleyen (Noss ve Hoyles, 1996), öğrenme ortamındaki fikir ve davranışların içinde gömülü olduğu (Ndlovu vd., 2011), kullanılan sembolik ya da fiziksel bir nesnedir (Drijvers ve Gravemeijer, 2005; Hoyles ve Noss, 2003; Kieran ve

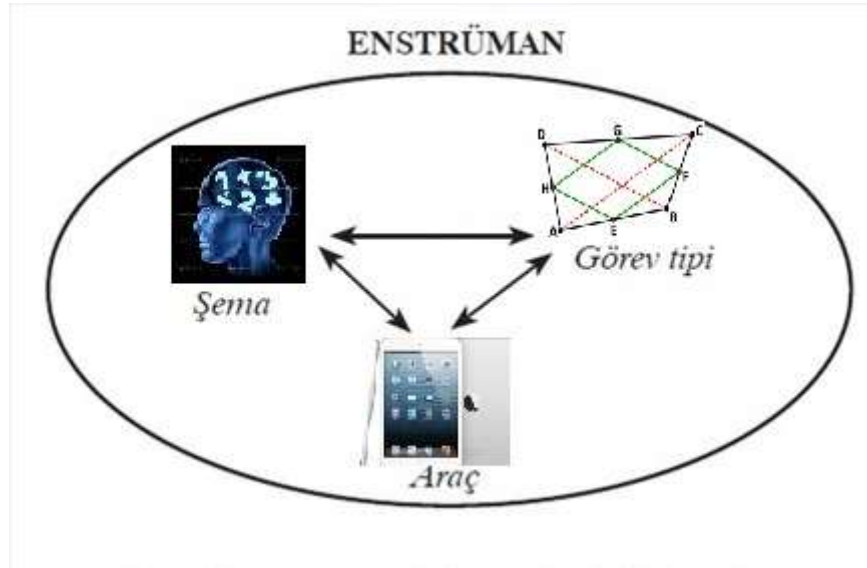
Drijvers, 2006; Rabardel, 1995; Trouche, 2005; Verillon ve Andreucci, 2006).

Sembolik ya da materyal bir nesnenin kendisi bir araç olabileceği gibi bu aracın temelini oluşturan her bir parçası da birer araç olarak alınabilir (Özdemir Erdoğan, 2016). Örneğin bu çalışmada kullanılan dinamik geometri yazılımının bütünü kendi başına bir araç olduğu gibi, bu yazılıma ait sürüklenme ve ölçme menüleri de daha özeldir birer sürüklenme aracı ve ölçme aracı olarak kabul edilebilirler.

Enstrümantal Yaklaşım bilişsel ergonomi alanındaki çalışmalarda (Rabardel, 1995) doğmaktadır ve elle kullanılan araçları içermektedir. Araç kavramı Vygotsky'nin çalışmasındaki araç kullanımına dayanmaktadır. Enstrümantal yaklaşımın anahtar noktası çıplak aracın (bare tool) ya da artefactin kendiliğinden bir arabulma enstrümanı olmadığı görüşüdür. Kullanımdan biraz sonra kullanıcı, artefactin kapasitesini verilen ilgili etkinlik ile ilgili nasıl genişletebileceğinin farkına varır ve sonra bu özel amaç için artefact kullanım anlamını geliştirir ve en sonunda artefact etkinliğe aracılık eden değerli ve kullanışlı bir enstrüman (instrument) parçası haline gelir (Drijvers ve Trouche, 2008). Örnek olarak bir çekiç başlangıçta daha önce kullanmamış olan ve bir başkasını kullanırken görmeyen biri için anlamsız bir şey olabilir. Çekiç gibi bir araca sahip olma ihtiyacı hissedildikten ya da acemi kullanıcının çekici kullanmada sonradan kazanmış olduğu bazı deneyimlerden sonra çekiç eyleme arabuluculuk eden değerli ve kullanışlı bir enstrümana dönüşür. Deneyimli kullanıcılar hünere bir yolla çekici kullanma becerilerini geliştirirler ve çekicinin hangi durumlarda yararlı olduğunu bilirler (Drijvers, 2003).

Verillon ve Rabardel (1995) *artefact* (materyal nesne) ve *enstrüman* (psikolojik yapı) arasındaki farkı şöyle açıklamaktadır: artefact; verilen görev tipini yerine getirmek için kullanılan, birey aktivitesini devam ettirmeyi amaçlayan soyut nesne ya da materyaldir (örneğin hesap makinesi bir artefactdir, quadratik denklemleri çözen algoritmalar bir artefactdir), enstrüman; artefact tarafından inşa edilen psikolojik bir oluşumdur. Enstrüman sürecin başlangıcında mevcut değildir, artefact öğrenen için uygun hale geldiğinde ve öğrenenin aktivitesi ile entegre edildiğinde enstrüman haline gelir (Verillon & Rabardel, 1995, p.84). Enstrüman vücudun bir uzantısı, artefact bileşeni tarafından oluşan işlevsel bir organ ve psikolojik bir bileşen olarak düşünülebilir (Trouche, 2004). Trouche (2004)'e göre artefact sürecin başlangıcında bireye verilir ve birey tarafından alımlanmamıştır, enstrüman ise süreçte inşa edilir ve böylece alımlanmış hale gelir.

Araç ve enstrüman arasındaki benzer ayrım bilgisayar, hesap makinesi, tablet, bilgisayar cebir sistemi, dinamik geometri ortamı gibi diğer araçlar için de yapılabilir. Çekiç, hesap makinesi ya da bilgisayar kullanılan bir araç ise, bu araç enstrümana kendiliğinden arabuluculuk edemez. Enstrüman, artefact ve bireyin çözme niyetinde olduğu matematiksel görevler arasındaki anlamlı ilişkileri içermektedir. Rabardel, araç (ya da aracın bir parçası), birey ve görev tipi (bu çalışmada matematiksel görevler) arasında anlamlı bir ilişki olduğunda enstrümandan bahsetmektedir. Bu görüşe göre enstrüman sadece içerilen aracın bir parçasından değil, ayrıca enstrümanın üçüncü bileşeni olan amaçlı görev tiplerini başarmak için aracın nasıl verimli kullanılacağını bilen bireyin zihinsel şemalarından oluşmaktadır. Örneğin bu çalışmada dinamik geometri ortamındaki sürükleme ya da ölçme aracı öğrencilerin verilen görevin çözümüne yönelik olan stratejilerini organize ettikleri kişisel zihinsel şemaların gelişimi ile sürükleme ya da ölçme enstrümanına dönüşmektedir. Birey ve artefact arasındaki etkileşim zihinsel süreçleri gerektirdiği için buradaki ana oyuncular bireyin zihinsel şemaları, artefact ve görev tipidir. Enstrüman hem artefactı hem de bireyin özel görevler için kullanımını geliştirdiği beraberindeki zihinsel süreçleri içerir. Enstrümanın üçlü bileşenleri şekil 1.5’de gösterilmiştir.



**Şekil 1.5.** Enstrüman: Artefact-Zihinsel Şema-Görev Üçlüsü

**Kaynak:** Trouche ve Drijvers, 2008

$$\text{Enstrüman} = [\text{Araç ya da aracın bir parçası}] + [\text{Şema (bir görev tipi için)}]$$



Artefact şekil 1.5’de görülebildiği gibi sadece zihinsel şemaların gelişimi ile birlikte enstrüman içerisinde gelişmektedir. Enstrüman bireyin görevler için geliştirdiği zihinsel şemalarla birlikte artefactın psikolojik bir inşasıdır. Bu şemalar, teknik ve matematiksel bilgilerin birbirine dolaşmış halidir.

Yazı yazmayı bilmeyen bir kişi için kalem işe yaramaz bir artefact iken yazmayı öğrendikçe bir çizim artefactı olmaktan daha çok yazı yazmak için bir enstrüman haline gelmektedir (Drijvers vd., 2013). Örnekten de anlaşılacağı üzere her araç her birey için bir enstrümana dönüşmeyebilir. Bu enstrümantal dönüşüm matematik eğitimi alanında bir aracın (örneğin yapılan bu çalışma için dinamik geometri ortamındaki sürüklenme ve ölçme aracı) problem çözme sürecinde (örneğin dinamik geometri ortamında verilen bir geometrik yapının özelliklerini belirlerken) nasıl matematik enstrümanına (örneğin yapılan bu çalışmada sürüklenme ve ölçme araçlarının veri toplama, keşfetme, doğrulama vs. enstrümanına) dönüştüğünün incelenmesi olarak düşünülebilir (Özdemir Erdoğan, 2016).

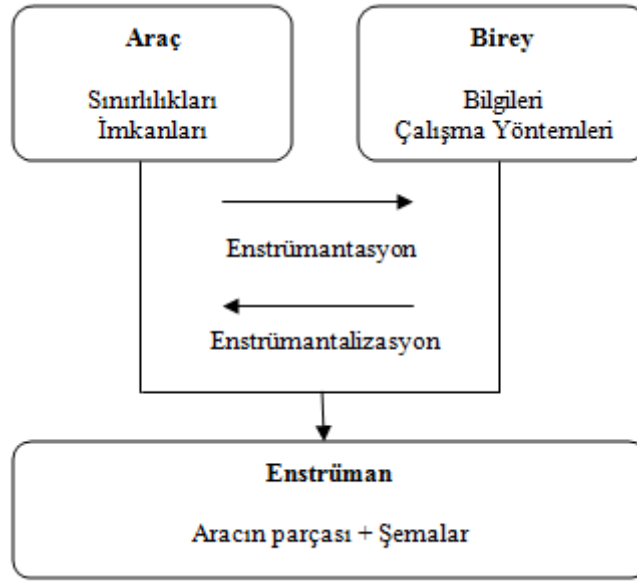
### **1.7.2. Enstrümantal oluşum**

Öğrenme ortamında bulunan aracın nasıl yararlı ve anlamlı bir enstrümana dönüştüğü önemlidir. Aracın uygun ve mantıklı bir yolla kullanıldığı bu gelişen süreç *enstrümantal oluşum* (instrumental genesis) denir. Enstrümantal oluşum zaman gerektiren, artefactın özelliklerine (potansiyelleri ve sınırlılıklarına), görev tipine, bireyin var olan bilgisine ve önceki çalışma alışkanlıklarına bağlı karmaşık ve zorlu bir süreçtir (Guin ve Trouche, 2002; Ruthven, 2002; Trouche, 2004; Verillon ve Andreucci, 2006). Enstrüman, verilen artefact temelinde, uygulama prosedürleri içerisinde enstrümantal oluşum süreci yoluyla konunun yapılandırılmasının bir sonucudur. Enstrüman, verilen bileşen (artefact ya da verilen görevi yerine getirmek için harekete geçirilen artefact parçası) ve psikolojik bileşen (verilen görevin yerine getirilmesi için oluşturulan şemalar) ile karışık bir varlıktır.

Artefactın enstrümana dönüşebilmesi için bireyin artefactı kullanım becerilerini ve artefactan hangi durumlarda yararlanabileceğini içeren zihinsel şemalarını geliştirmesi gerekmektedir. Enstrümanın doğuşu, etkinliğe aracılık etmek için artefactın kullanıldığı süreçleri gerektirmektedir. Bu karmaşık süreç enstrümantal oluşum olarak

isimlendirilir (Drijvers ve Trouche, 2008). Yani, artefactın enstrümana dönüşümündeki inşa sürecine enstrümantal oluşum denilmektedir. Bu karmaşık ve zaman alan bir süreçtir. Enstrümantal oluşum bir taraftan artefactın karakteristiklerine bağlı iken diğer taraftan da öğrencinin şemalarının oluşumu ve gelişimi üzerinde etkili olan görev tipine yakından bağlıdır. Kısacası enstrümantal oluşum matematiksel anlamların gömülü olduğu artefact kullanımı için zihinsel şemaların ve tekniklerin birlikte ortaya çıkmasını içermektedir. Enstrüman; artefact (ya da artefact parçası) ve görev tipleri ile başa çıkmak için oluşturulan şemalar tarafından tanımlanır. Ayrıca enstrümantal oluşum sürecinde aynı araç aynı zamanda birçok farklı enstrümanın doğmasını da sağlamaktadır (Guin ve Trouche, 2002) ve bu enstrümanlar verilen görev tipinde ortaya çıkan bireyin zihinsel şemalarına bağlıdır (Maschietto ve Soury-Lavergne, 2013). Diğer taraftan bir araç farklı bireyler tarafından aynı enstrümana dönüşmeyebilir. Öğrenciler tarafından kullanılan bir aracın farklı enstrümanlara dönüştürülerek sınıf ortamında bir enstrümanlar topluluğu oluşturması aracın çözüm sürecindeki etkililiğini ve öğrenciler tarafından oluşturulan şemaların zenginliğini göstermektedir (Özdemir Erdoğan, 2016).

Enstrümantal oluşum önemsiz, sıradan süreçlerden oldukça uzaktadır. Hem öğretmenin hem de öğrencinin zaman ve eforunu gerektirmektedir. Enstrümantal oluşum çift yönlü bir süreçtir. Artefactın olanakları ve sınırlılıkları bireyin kavramsal anlamasını ve tekniklerini şekillendirir. Enstrümantal oluşumun iki bileşeni vardır; artefacta yönelik diğer bir ifade ile artefact ile ilişkili olan *enstrümantalizasyon*, bireye yönelik diğer bir ifade ile zihinsel şemaların düzenlemesi ile ilgili olan *enstrümantasyon* (Trouche, 2004). Daha yalın bir ifade ile enstrümantal oluşum aracın kullanımı ile ilgili şemaların olduğu enstrümantalizasyon ve verilen görevi yerine getirmek için birey tarafından bilişsel şemaların geliştirildiği enstrümantasyondan oluşan çift yönlü bir süreçtir (Özdemir Erdoğan, 2016, s.806). Enstrümantasyon ve enstrümantalizasyon süreçleri, kesin çizgilerle birbirinden ayrılmanın mümkün olmadığı, aralarında ilişkili bir diyalektiğin olduğu ve zihinsel şemaların ve artefactın birbirini karşılıklı olarak şekillendirdiğinde ortaya çıkan süreçlerdir (Drijvers vd., 2013; Hoyles ve Noss, 2003; Trouche, 2004). Enstrümantal oluşumun gerçekleşmesini sağlayan bu iki bileşen şekil 1.6'da gösterilmiş ve ilerleyen bölümde açıklanmıştır.



**Şekil 1.6.** *Enstrümantal Oluşum Süreci*

**Kaynak:** *Trouche, 2004*

### 1.7.2.1. Enstrümantalizasyon

Artefactın birey tarafından kullanımını kolaylaştıracak biçimde şekillendirildiği ve kişiselleştirildiği, aracın potansiyel ve sınırlılıklarının bilinmeye başlandığı süreç enstrümantalizasyon (instrumentalization) denir (Drijvers ve Trouche, 2008; Drijvers vd., 2013). Bireyin algıları ve tercihleri artefactı kullanma yollarını değiştirir ve hatta belki artefactı değiştirmeye ve düzenlemeye önderlik eder.

Bu süreç enstrümantal oluşumun artefacta doğru yönlendirilmiş bileşenidir (Trouche, 2004). Enstrümantalizasyon artefactın kendiyile ilgili olan farklılaşma sürecidir ve bu süreç ilişkili fonksiyonların seçimi ve keşfi, kişiselleştirme ve artefactın dönüşümü gibi farklı aşamalar yoluyla olabilir (Trouche, 2005). Bu aşamalar boyunca birey kullandığı aracın ne işe yaradığını ve nasıl kullanılabileceğini araştırarak enstrüman oluşumu için hazırlık yapmaktadır (Özdemir Erdoğan, 2016). Enstrümantasyon sürecinde bireyler artefactı içselleştirerek onu, verilen görevin yerine getirilmesini kolaylaştıracak bir şekilde kullanabilmek için farklı çözüm yolları üretmelidirler (Rivera, 2007).

### 1.7.2.2. Enstrümantasyon

Artefactın kullanıcının düşüncelerini şekillendirdiği sürece enstrümantasyon (instrumentation) denir (Drijvers ve Trouche, 2008). Enstrümantasyon, artefactın verilen görev üzerinde kendi izini bıraktığı ve bireyin kavramsal algısını ve kavramları etkilediği sürecidir ve artefactın bazı kısıtlılıkları içerisinde bireyin görevi gerçekleştirmesine izin vererek kullanılan yolları ve uygulanan teknikleri şekillendirir. (Noss ve Hoyles, 1996; Trouche, 2004). Enstrümantasyon verilen görevin düzenlenmesi ve yerine getirilmesi için zihinsel şemalarının ortaya çıkması ve gelişimi ile ilişkilidir.

Enstrümantasyon, bireylerin yeni bir aracı özel amaçları için kullanırken yaşadıkları öğrenme süreci olarak da ifade edilebilir. Enstrümantasyon süreci ya da enstrümantal oluşum kullanım şemalarının ve enstrümanlı tekniklerin gelişimiyle gerçekleşmektedir. Enstrümantasyon süreci prosedürlerin yeniden düzenlenmesi için yeterli zaman gerektirdiğinden karmaşık ve yavaştır. Enstrümantasyon süreci sadece öğrencilerin çalışma davranışlarında ve yönetme sürecinde önemli bir etkiye sahip değildir, aynı zamanda jest ve teknikler arasındaki bağlantılardan kaynaklanan yapılandırma sürecindeki bilgi üzerinde de öneme sahiptir.

Enstrümantasyon sürecinde artefactın sınırlılıkları ve potansiyelleri bireylerin verilen görevi yerine getirme biçimlerini ve ortaya çıkan ilişkili kavramları etkilemektedir (Drijvers vd., 2013). Artifact sınırlılıkları bilgisayarlı dönüşümle bağlantılıdır. Balacheff (1994) bunu bilginin sembolik gösterimine izin veren bilgi üzerindeki çalışma ve bu gösterimin bilgisayar sistemi tarafından yorumlanması olarak açıklamaktadır.

Literatürde artefacta ilişkin farklı sınırlılıkların tanımlandığı görülmektedir. Balacheff (1994) örneğin sembolik hesap makinelerinin sınırlılıklarını ikiye ayırmaktadır: içsel sınırlılıklar ve ara yüz sınırlılıkları gibi. Rabardel (1995) üç tip sınırlılıktan bahsetmektedir: bilişsel ya da materyal nesne olarak artefactın özelliklerine bağlı olan varoluş modu sınırlılıkları, artefactın dönüştürmeye çalıştığı ve etkilediği nesnelere bağlı olan sonuçlandırma sınırlılıkları ve kullanıcı eyleminin yeniden yapılandırılmasına bağlı olan eylemi yeniden yapılandırma sınırlılıkları gibi. Trouche (1997) hem Balacheff'in hem de Rabardel'in sınırlılık tipolojilerini üç kategoriye ayırmıştır (Trouche, 1996; Guin ve Trouche, 1999; Guin ve Trouche, 2002; Trouche, 2004):

- içsel sınırlılıklar: donanıma bağlı yazılımla ilgili olan sınırlılıklar.
- komut sınırlılıkları: çeşitli komutların biçimi ve varlığına bağlı olan sınırlılıklar.
- organizasyon sınırlılıkları: artefact ve kullanıcı arasındaki ara yüzün düzenlemesine bağlı olan sınırlılıklar.

Tanımlanan bu sınırlılıklar enstrümantasyon sürecinde bireyleri artefactın kullanıldığı farklı çözüm yollarına gitmelerini engelleyerek sadece bir yola yönlendirmektedir (Noss ve Hoyles, 1996; Trouche, 2004).

Defouad (2000) bu tipolojilerin bazı eksik yönlerini belirtmiştir. İçsel sınırlılıklar varoluş modu sınırlılıklarının hepsini kapsamaz (hesap makinesinin doğal ekranı içsel sınırlılık değildir, fakat varoluş modu sınırlılığdır). Bütün sınırlılıklar kullanıcının aktivitesine önerilerde bulunur (sadece organizasyon sınırlılıkları değil). Bu tipoloji çeşitli bilgi seviyelerini (ara yüzde kullanıcı tarafından tanımlanan bilgi, kullanıcı tarafından dönüşüme açık olmayan ara yüzle erişilebilir bilgi, ara yüzle erişilemeyen bilgi) dikkate almamaktadır. Ara yüzde bilgi tanımlanırken kesin sonuca götürebilmesine rağmen söz dizimi sınırlılıklarını dikkate almaz. Bu açıklamaları dikkate alarak, kullanıcının eylemini yeniden yapılandıran ve görev tipiyle alakalı olan üç tip sınırlılıktan bahsedilmiştir (Trouche, 2005):

- İçsel sınırlılıklar (fiziksel ve elektronik sınırlılıklar) materyale bağlıdır. Kullanıcının modifiye edemeyeceği, erişilebilen ya da erişilemeyen bilgiye bağlıdır. Doğrusu bunlar uygulamayı şekillendirir. Onlar işlemci karakteristiklerini, hafıza kapasitesini ve ekran yapısını, sonlu sayıdaki piksel oluşumunu içermektedir.
- Komut sınırlılıkları varolan ve biçim veren çeşitli komutlara bağlıdır. Kullanıcının bazen değiştirebileceği ara yüzdeki erişilebilir bilgiye bağlıdır.
- Organizasyon sınırlılıkları varolan bilgi ve komut yapısı için klavye ve ekran düzenlemesine bağlıdır.

Enstrümantal oluşumda gerçekleşen enstrümantalizasyon ve enstrümantasyon eş zamanlı olarak ilerleyen ve birbirini içine geçmiş süreçler olduğundan bu süreçlerin birbirinden ayrılması pek kolay ve mümkün olmasa da bu iki süreç arasındaki belirgin farkları ortaya koyabilmek için bazı örneklendirmelerin yapıldığı görülmektedir. Örneğin, dinamik geometri ortamında geometrik yapıların özelliklerinin tanımlanması için kullanılan sürükleme özelliğinin birey tarafından nasıl yapılacağı öğrenilmesi

enstrümantalizasyona örnek verilirken, bireyin geometrik özellikleri ne kadar kavramsallaştırabildiği ile yakından ilgili ve çok da kolay olmayan bu sürüklemenin neden yapılması gerektiğini bilmek de enstrümantasyona örnek verilmektedir (Goss vd., 2010; Goss vd., 2013). Sürüklemenin bireyler tarafından matematiksel bir problemi çözme amacıyla yapılabilmesi için birkaç hafta gibi bir zaman gerektirdiği ve dolayısıyla enstrümantasyonun zor ilerleyen bir süreç olduğu da belirtilmektedir (Özdemir Erdoğan, 2016). Benzer bir yaklaşımla bir pergelin nasıl kullanılacağını öğrenmek enstrümantalizasyona örnek iken bu pergelin problemi çözme sürecinde nedenini bilerek zihinsel olarak kullanmak enstrümantasyona örnektir (Rivera, 2007). Grafik hesap makinesinde bir denklem sisteminin çözümü için sayısal olarak hesap yapılması enstrümantalizasyona örnek verilirken aynı çözümü grafiklerin kesişim noktasını bulmak için “kesişim noktası” aracını kullanarak geometrik olarak yorumlaması enstrümantasyona örnek verilmektedir (Trouche ve Drijvers, 2010; Drijvers vd., 2013).

Enstrümantal oluşum şemaların inşa edilme sürecinden meydana gelmektedir. Bu nedenle enstrümantal oluşumun daha iyi anlaşılabilmesi için şema kavramı ilerleyen bölümde açıklanmıştır.

### 1.7.3. Şemalar

Enstrümantal Yaklaşımın temelini şekillendiren arka planlarından bir diğeri Piaget (1936) tarafından tanımlanan ve Vergnaud (1996) tarafından geliştirilen *şema* kavramıdır ve psikolojik bileşen şema kavramı yoluyla tanımlanır. Vergnaud’a göre şema, verilen sınıf durumu davranışlarının değişmeyen düzenlemesi, işlevsel dinamik bir varlık olarak tanımlanmıştır (Vergnaud, 1987, 1996). Bu düzenleme işlevsel değişmezliklerde yani şemalarda yer alan örtük bilgilerde (rol oynayan kavram ya da teoremler olabilir) yatmaktadır. Örneğin Vergnaud (1987) hesaplama şemasını fonksiyonel ve birbiri ardına kurula dayalı düzenlenen eylemler ve bilişsel yetkinlikleri ve duyuşsal motor becerilerini gerektiren dinamik bir bütünlük olarak açıklamaktadır. Kısacası şema verilen görev tipi için sabit olan ve bilginin gelişimi ile yönlendirilen eylem şeklidir (Özdemir Erdoğan, 2016).

Zihinsel şemaların bir amacı vardır ve işlevsel sabitler (operative invariants), eylemdeki kavram (concept-in-action) ve eylemdeki teorem (theorems-in-action)

şeklinde sıklıkla şemalar içinde gömülü olan örtük bilgiler gibi farklı bileşenleri içermektedir (Guin ve Trouche, 2002; Trouche, 2000). Şemaların işlevini ve dinamiğini anlamak için amaçlar ve beklentiler, uygulama kuralları, bilgi toplama, kontrol ve işlevsel sabitler gibi bileşenleri göz önüne almak gerekir. İşlevsel sabitler, uygulanan teoremler, doğru olduğuna inanılan önermeler gibi şemaların ima ettiği bilgidir. Şemaların üç temel işlevi vardır (Trouche, 2004):

- Pragmatik işlev: kullanıcının bir şeyler yapmasına izin veren işlevdir.
- Buluşsal işlev: kullanıcının görevde yer alarak plan yapmasına izin veren işlevdir.
- Epistemik işlev: kullanıcının neler olup bittiğini anlamasına izin veren işlevdir.

Enstrümantal oluşum süreci bireyin verilen görevi gerçekleştirirken oluşturduğu ya da değiştirdiği şemalardan oluşmaktadır (Verillon ve Rabardel, 1995). Matematiksel açıdan ele alındığında şema, bir problemin çözümü için gerçekleştirilen stratejileri ile bu stratejilerin altında yatan matematiksel kavramları ve aracın teknik anlamını içermektedir (Özdemir Erdoğan, 2016). Enstrümantal oluşumda bahsedilen şema görüşü Vergnaud-Piaget şemalarına yakındır ve şemalar *kullanım şemaları* ve *enstrümantal eylem şemaları* olarak ikiye ayrılmaktadır (Guin ve Trouche, 2002; Rabardel, 1995; Trouche, 2000). İlerleyen bölümde bu şemalar sırasıyla açıklanmıştır.

### **1.7.3.1. Kullanım şemaları ve jestler**

Özel amaçlar için araca uyum sağlandığı ve dolayısıyla aracın işlevselliğinin değiştirildiği veya genişletildiği şemalara kullanım şemalarını denilmektedir. Diğer bir ifade ile artifactın kullanımına doğru yönlendirilmiş (örneğin hesap makinesini açma, ekran ayarını ayarlama, özel bir anahtar seçme vs.), direkt olarak artefactla ilgili başlangıç şemalarıdır (Rabardel, 1995). Örneğin bilgisayarlar yeni sürüm kelime işlem yazılım paketi ile güncellenebilir, hesap makinesi menüleri kişiselleştirilebilir ve grafik hesap makinelerine ve tabletlere ek programlar ve uygulamalar yüklenebilir. Bu şemalar aracın enstrümantalizasyonu ile ilgilidir (Drijvers, 2003). Kullanım şemaları aracı kullanmak için gerekli olan teknik becerilerin yanı sıra matematiksel teknolojik aracın iç yüzünü ve buna bağlı olan matematiksel anlamayı kapsamaktadır. Matematiksel teknolojik aracın kullanımında yaşanabilecek zorluklar sadece teknik engellerden değil aynı zamanda kullanım şemalarındaki kavramsal boyuttan kaynaklanmaktadır. Bu

şemalar aracın kullanımına anlam verirler. Bu süreç kullanışlı bir enstrümanın gelişimi ile sonuçlanmaktadır (Artigue, 1997a; Lagrange, 1999a; Guin ve Trouche, 2002; Trouche, 2000).

Jest ve şema arasındaki ayırım önemlidir. *Jest*, kullanım şemasının gözlemlenen parçası olarak tanımlanmaktadır. Şema buzdağı ile karşılaştırıldığında su yüzüne çıkan parça jest (gözlemlenen ilk davranışlar), sualtında kalan parça da oluşturulan işlevsel sabitlerdir. Örneğin bilgisayarın kapatılması sırasında başlat menüsüne ve arkasından kapat düğmesine tıklanması jestlere karşılık gelirken bu jestlerin birleşimiyle görevin yerine getirilmesi kullanım şemasına karşılık gelmektedir (Özdemir Erdoğan, 2016). Şema, jest ve şemalar arasındaki, dolayısıyla eylem ve düşünce arasındaki diyalektik ilişkinin psikolojik yeridir. Şemaların içerdiği işlevsel sabitler jestlere rehberlik eder, aynı zamanda verilen bu ortamda bu jestlerin tekrarı akılda özel bir bilgi olarak yüklenir (Trouche, 2004).

### **1.7.3.2. Enstrümanlı eylem şeması**

Özel problemlerin çözümü için teknolojik araçların kullanımıyla anlamlı ve kolay anlaşılır zihinsel şemalar olarak tanımlanan şemalara enstrümanlı eylem şemaları denilmektedir. Diğer bir ifade ile özel görevleri uygulamak için yönlendirilmiş varlıklar (örneğin fonksiyon limitinin hesaplanması), formüller, grafikler gibi matematiksel nesnelerin aktarımlarına odaklanan ve kullanım şemaları tarafından yapılandırılan uyumlu ve anlamlı zihinsel şemalardır (Rabardel, 1995). Örneğin, kelime işlem programında yazı yazarken bir metin bloğunun yer değiştirilmesi problemi kes-yapıştır (cut-paste) şeması yardımıyla çözülebilir. Deneyimli bir kullanıcı bu kes-yapıştır şemasını hızlıca ve tam olarak bir dizi fare tıklamaları yoluyla uygular. Acemi kullanıcı herhangi bir yere taşınmak istenen metin bloğunun kes (cut) komutu verildikten sonra ekranda bir an için görünmez olduğu gerçeği gibi teknik ve kavramsal bakış açılarının üstesinden gelmek zorundadır. Enstrümantasyon süreci tatmin edici özel görev için yararlı olan enstrümanlı eylem şemalarının inşa edilmesine yol açmaktadır (Drijvers, 2003).

Kullanım ve enstrümanlı eylem şemaları derin olarak birbirine bağlantılıdır. Enstrümanlı eylem şeması verilen görevin yerine getirilmesini amaçlamaktadır ve işlevsel sabitleri içermektedir. Enstrümanlı eylem şemaları kullanım şemalarının bir



kümesi olarak düşünülebilir. Kullanım şemaları uygulamadan soyutlanmış olarak düşünülmeyp verilen görevde enstrümanlı eylem şemalarının bir parçası olarak uygulama içerisinde yer alır.

Enstrümantasyon ve enstrümantalizasyon, kullanım ve enstrümanlı eylem şemalarının gelişimi ile ilişkilidir ve bazı durumlarda hangi tür şemanın geliştiğine karar vermek kolay değildir. Çünkü kullanım şemaları ile enstrümanlı eylem şemalarını her zaman çok açık ve net bir şekilde birbirinden ayırmak zordur. Bu zorluk bazı durumlarda bireyin bazen de gözlemin seviyesi ile ilgilidir (Drijvers ve Gravemeijer, 2005). Enstrümanlı eylem şeması araç eylemlerini kapsayan, aracın harici, görülür ve teknik parçasını içermektedir. Fakat şemanın en önemli tarafı zihinsel, bilişsel parçasıdır. Örneğin grafik hesap makinesinde bir denklem çözülmek istendiğinde grafiksel çözüm şeması denklemin her iki tarafını da çizilebilen fonksiyonlar olarak görme ve iki grafiğin kesişim noktasının x koordinatının çözüm olduğu şemayı uygulama zihinsel aşamalarını içerir. Bunlar fonksiyon girme, grafik çizme, kesişim noktası hesaplama gibi teknik eylemlere anlam veren zihinsel aktivitelerdir. Hesap makinesinin pencere görüntüsünü boyutlandırmakla ilgili yaşanan zorluk tekniksel ve kavramsal bakış açıları arasındaki ilişkiyi göstermek için iyi bir örnektir (Goldenberg, 1988). Geliştirilmeye ihtiyaç olan enstrümantasyon şeması pencerenin görünüş boyutlarını ayarlama teknik becerilerini içermektedir, ayrıca nispeten küçük bir pencere olan hesap makinesi ekranının konu ile ilgili ihtiyaç duyulan seçilmiş bir dikdörtgenin konumunun ve boyutlarının zihinsel imajının sonsuz düzlemde değiştirilebileceğini de içermektedir. Bu şemada zorluklara neden olan şemanın kavramsal parçasıdır.

Örnekler enstrümanlı eylem şemalarında eyleme geçme ve düşünme arasında karşılıklı etkileşim olduğunu göstermektedir ve aracın tekniklerini ve zihinsel kavramları birleştirmektedir. Bir tarafta teknik beceriler ve algoritmalar diğer tarafta kavramsal anlayış enstrümanlı eylem şemaları içerisinde ayrılmaz bir şekilde birbirine bağlıdır. Matematiksel araçlar durumunda zihinsel parça, içerilen matematiksel nesnelere ve problem çözme sürecinin zihinsel imajını ve araç eylemlerini kapsar. Bu nedenle enstrümanlı eylem şemalarının kavramsal parçası matematiksel nesnelere ve aracın matematiğinin iç yüzünü anlamayı birlikte içermektedir. Enstrümantal oluşum sırasında bu zihinsel matematiksel anlayış şemanın bizzat gelişimine paralel olarak gelişebilir.

Enstrümantasyon kısaca kullanım şemalarının oluşma ve gelişimi ile ilgilidir.

Enstrümanlı eylem şemaları kendi kendine sınırlandırdığımız farklı alanlara sahiptir: bazıları başlangıç, diğerleri için basit parçalar gibi hizmet eden şemalar, oluşmuş şemalar. Örneğin, ondalık değerlerle kesin sonuçlara yaklaşma şemaları basit şemalardır. Çözüm sonucunun yaklaşık değerini içeren sıfır fonksiyonunu hesaplama şeması gibi oluşmuş şemalara katılabilir. Uygulamada enstrümantal oluşum, tekniksel ve kavramsal açıları ile kullanım şemalarının oluşumu öğrenciler için kolay değildir. Bu süreç sıklıkla zaman ve çaba gerektirmektedir. Öğrenciler belki uygun ve verimli olmayan ya da yetersiz kavramaya bağlı olan şemalar oluşturabilirler. Enstrümanlı eylem şemalarında zorluk örnekleri bulunabilir (Drijvers 2001abc, 2002ab; Drijvers ve van Herwaarden 2000, 2001).

### **1.7.3.3. Enstrümanlı teknikler**

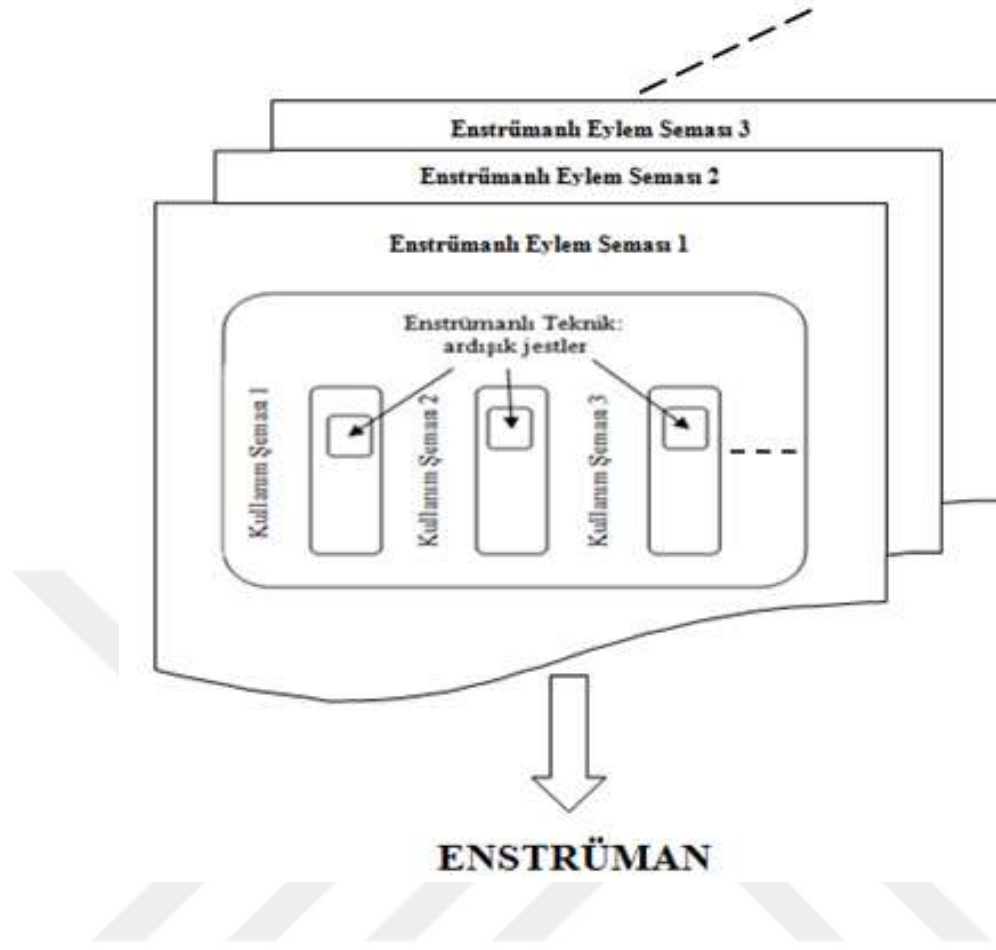
Enstrümanlı eylem şemalarının teknik yanı daha az ilgi çekici parçası olarak görülebilir çünkü matematik eğitiminde başlıca ilgi bilişsel, kavramsal gelişimi kapsamaktadır. Bireylerin eylemleri teknik açısından tanımlanabilir. Teknik, şemanın gözle görünür parçasıdır ve bilişsel temelini şemanın oluşturduğu, verilen görevi yerine getirme sürecinde öğrencinin şemalarının yansıması olan öğrenci düşüncesinin gözlemlenebilir bölümleridir (Kieran ve Drijvers, 2006; Drijvers vd, 2013).

Teknik bir ya da birkaç artefactı bütünleştirdiğinde buna *enstrümanlı teknik* denir. Enstrümanlı teknik, enstrümanlı eylem şemalarının gözlemlenen parçasıdır. Enstrümanlı teknikler düzenli meydana gelen özel görev tipleriyle ilgili olan alışlagelmiş bir dizi araç eylemlerini içeren teknik bir tarafa sahiptir. Enstrümanlı tekniklerin kavramsal yanı ise tekniksel parça ve matematiksel nesnel arasındaki ilişkinin anlaşılması ile ilgilidir. Enstrümanlı teknik öğretiler ancak öğretilen her zaman öğrencilerin öğrendiği olmayabilir. Öğretilen ve uygulanan enstrümanlı teknik arasındaki boşluk önemli olabilir. Enstrümanlı eylem şeması açısından tanımlanan aktivite işlevsel sabitler olarak düşünülür.

Matematikteki teknik çalışma sadece beceriler ve prosedürler olarak görülmemektedir. Verilen konudaki teknik çalışma bir dizi kuralları ve metotları kapsamaktadır. Bu düzenlemelere “teknik” denilmektedir çünkü teknikler becerilerden daha az eğitimi ve prosedürlerden daha çok yansımayı kastetmektedir (Lagrange, 1999c). Teknik özel problemlerin çözümü için teknik ya da teknik olmayan ortamlarda

bir dizi prosedür olarak tanımlanmaktadır (Drijvers, 2003). Lagrange tekniklerin bilgisayar cebir ortamlarında hala önemli olduğunu belirtmektedir. Çünkü teknikler enstrümanlı eylem şemalarının vasıtasıyla kavramsal açıdan ilişkilidirler. Bilgisayar cebir ortamında enstrümanlı tekniğin karakteri kağıt kalem tekniklerinden farklılaşmaktadır. Bu nedenle gelişen bilgisayar cebir teknikleri kalem kağıt tekniklerine yeni bakış açıları eklemektedir ve öğrencilerin repertuarını daha zengin ve çok biçimli yapmaktadır. Enstrümanlı eylem şemalarındaki teknikler başlangıç ya da daha karmaşık ve çeşitli olabilmektedir. Bir basit komutun uygulama yönetimi gibi başlangıç enstrümanlı teknikler jest olarak isimlendirilmektedir ve oluşmuş enstrümanlı teknikler genellikle bir dizi jestleri kapsamaktadır. Jest kelimesi mecazlı bir anlama sahiptir, fiziksel hareketle sınırlandırılmaz.

Lagrange (1999abc, 2000, 2002)'a göre enstrümanlı teknik daha çok birbiri ardına gelen tuş vuruşlarıdır, aslında enstrümanlı teknik enstrümanlı eylem şemalarına yakındır. Temel fark, enstrümanlı teknikler enstrümanlı eylem şemalarının harici, görülür, açıkça gösterilen parçasını kapsamaktadır. Oysaki enstrümanlı eylem şemalarında görülmez zihinsel ve bilişsel bakış açıları vurgulanmaktadır. Aslında, enstrümanlı teknikler gözlemlenebilir, tartışılabilir ve düşünülebilir, oysaki daha soyut enstrümanlı eylem şemaları gözlemlenmek için daha zordur. Enstrümanlı tekniklerin görülebilirliği, daha içsel ve kişisel karaktere sahip olan enstrümanlı eylem şemaları yerine enstrümantal oluşuma geçiş kapısıdır (Drijvers ve Gravemeijer, 2005).



**Şekil 1.7.** Şema, Teknik ve Jest Arasındaki İlişkiler

Enstrümantal yaklaşım aslında bilişsel ergonomi alanında geliştirilmiştir fakat çoğunlukla Fransız matematik eğitimcileri teoriyi teknolojik araçların kullanımında matematik öğrenmeye uygulamışlardır (Artigue, 1997b, 2002; Guin ve Trouche, 1999, 2002; Lagrange, 1999abc, 2000, 2002; Ruthven, 2002; Trouche, 2000, 2002). Enstrümantal yaklaşım öğrenci ve teknolojik ortam arasındaki karşılıklı etkileşimi araştırmak için bir çerçeve sunmaktadır. Enstrümanlı eylem şemalarının içerisinde teknik ve kavramsal yönlerin birleşimi bu teoriyi bu amaç için ümit verici yapmaktadır çünkü yetenekleri azaltma ve kavramları güçlendirme fikrinin oldukça ötesine geçmektedir.

#### 1.7.4. Enstrümantal yaklaşımın temel alındığı çalışmalar

Teorik çerçeve olarak Enstrümantal Yaklaşımın temel alındığı çalışmaların çoğunluğunun

sembolik ya da grafik hesap makinelerinin kullanımı ve bilgisayar cebir sistemi (BCS) ortamında matematik öğrenme üzerine olduğu görülmektedir.

Artigue (2002) BCS teknolojisinin eğitimsel kullanımı üzerine yaptığı çalışmada enstrümantal oluşumun karmaşıklığına, enstrümantasyonun matematiksel ihtiyaçlarına, enstrümanlı teknik durumlarına, bu tekniklerin kalem-kağıt teknikleri ile olan birleşiminden doğan problemlere ve bunların kurumsal yönetimine değinmiştir. Farklı araştırma projelerine bakarak araştırmacılar için gelişen bilinç ve anlayışın adeta hikayesini anlatmaya çalışmıştır. Bu, teknik çalışma ve kavramsallaştırma arasındaki karmaşıklık ile ilişkilidir ve enstrümantasyonun önemli bir rolüdür. Artigue çalışmasında bugüne kadar yapılan araştırmaların matematik öğretiminde BCS entegrasyonunun etkili zorluklarını, bazı deneyimlerin başarısı ve diğerlerinin hatası için olası bazı nedenleri, geliştirilen anlama yollarının daha iyi anlaşılmasına izin verdiğini belirtmiştir.

Guin ve Trouche (1999) yaptıkları çalışmada limit kavramının kavramsallaştırılmasında grafik ve sembolik hesap makinelerinin kullanımını incelemiştir. 11-12.sınıf öğrencileri üzerinde yapılan çalışmada hesap makinesinin kullanıldığı ortamda yapılan öğretim, öğrencilerin kavramsallaştırması ve gelişimleri analiz edilmiştir. Analizler sonucunda hesap makinesinin etkili matematiksel araçlara dönüştürülmesinin öğrenciden öğrenciye öğretme sürecinde içerilen faktöre göre çeşitlilik gösterdiğini örneklendirerek öğrenci davranışlarını beş profile ayırmıştır (Guin ve Trouche, 1999):

- Rastgele çalışma metodu (random work method): deneme-yanılma, kopyala-yapıştır.
- Mekanik çalışma metodu (mechanical work method): basit manipulasyonlar, matematiksel referanslardan kaçınma.
- Zengin kaynaklı çalışma metodu (resourceful work method): bilgi kaynakları arasında karşılaştırma.
- Rasyonel çalışma metodu (rational work method): hesap makinesi kullanımının azaltılması.
- Teorik çalışma metodu (theoretical work method): gerçeklerin yorumlanması ve analojisi.

Defouad (2000) fonksiyon çeşitliliği üzerinde yaptığı çalışmada TI-92 hesap makinesinin öğrencilerdeki enstrümantal oluşumunu incelemiştir. Araştırma 11.sınıf

öğrencileri üzerinde bütün matematik müfredatını kapsayan geniş deneysel içerik içerisinde gerçekleşmiştir. Öğrenciler bir yıl süreyle TI-92 hesap makinesini kullanmıştır. Yöntem olarak sınıf gözlemleri, anketler ve testler, cinsiyetlerine, matematik akademik başarılarına ve teknoloji ile olan kişisel ilişkilerine göre seçilen 9 öğrencinin özel görüşmeleri analiz edilmiştir. Bu çalışma enstrümantal oluşum sürecinin karmaşıklığını göstermektedir. Enstrümantal oluşumun fonksiyon çeşitliliği konusunun formal organizasyonunu yansıtmayan bir yol içerisinde her zaman geliştiği belirtilmiştir. Ayrıca öğrenciler arasında farklı kaynaklardan (sembolik hesaplamalar, grafiksel gösterimler, grafiksel uygulamalar içerisinde var olan komutlar yoluyla toplanabilen yaklaşık değerler, sayısal değerler tablosu) gelen bilgiler arasında uyumu sağlamak için kararlaştırılmış argüman araştırmasından daha çok önem verilen farklı matematiksel kanıt ilişkilerine eğilim vardır. Araştırma sonuçlarına göre ayrıca enstrümantal oluşumun hesap makinesinin farklı uygulama rollerinde gelişme kaydettiği belirtilmektedir.

Haspekian (2005) çalışmasında matematik öğretimine özel bir bilgisayar aracı olan elektronik tablonun entegrasyonuna odaklanmıştır. Bu alanda yapılan bazı önemli çalışmaların sonuçları sunulduktan sonra bu çalışmalar elektronik tablo ortamında matematiksel anlamların yapılandırılmasını analiz etmek ve teknolojinin entegrasyonu ile ilgili soruları daha iyi anlamak için gerekli olarak görülen enstrümantal yaklaşım açısından tekrar gözden geçirilmiştir. Bu teorik elementler 7.sınıf öğrencileri ile yapılan deneysel araştırmayı desenlemek ve bu araştırmanın sonuçlarını analiz etmek için kullanılmıştır. Araştırma eğitim-öğretim yılının son döneminde cebir dersi almamış olan 7.sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma bu sınıf üzerinde yapılmış ancak araştırmacı da kendi sınıfında aynı deneyi yaparak gerçek uygulamadan önce ön-test yapma imkanı elde etmiştir. Uygulama bilgisayar laboratuvarında beş bölümde gerçekleşmiştir. Öğrenciler her iki sınıfta da ikişer kişilik gruplar içerisinde çalışmıştır. Haspekian uygulama bölümlerini gözlemlemiş ve bütün öğrencilerin yazılı kağıtlarını ve elektronik tablo dosyalarını kopyalamıştır. Bütün bölümlerin en sonunda da uygulamayı yapan öğretmen ile görüşme yapmıştır. Uygulamanın yapıldığı sınıfların sosyo-ekonomik düzeyleri, akademik başarıları ve teknik imkanları ve sınıf organizasyonları farklılık göstermektedir. Bu farklılıklara rağmen iki sınıfın etkinliklere verdikleri cevapları ve öğrenci zorlukları büyük benzerlik göstermiştir. Örneğin bu iki sınıfta da elektronik tablo manipülasyonundaki ve elle kopyalama özelliğini

kullanmadaki başarıları oldukça benzerdir. Haspekian yaptığı bu çalışmaya göre kullanımı basit olarak görülen aracın bazı karmaşıklık meydana getirdiğini belirtmektedir. Bu araç ile birlikte yeni nesnelere yaratılmaktadır, genel nesnelere değiştirilmektedir ve yeni uygulama usulleri mevcuttur. Öğrenciler, hem bilinen nesnelere yeni statüler vermek hem de çözüm metodlarını değiştirmek zorunda olduğunda cebire doğru geçiş yapmaya başladıklarında, elektronik tablonun özel olan birçok elementi birbirine karışır ve değişken, bilinmeyen, formül, denklem kavramlarına müdahale eder.

Haspekian yaptığı bu çalışmanın sonuçlarına göre iki hipotez ortaya atmıştır:

1) geleneksel kalem-kağıt ortamı ile karşılaştırıldığında enstrümantal oluşum daha karmaşıktır, mevcut okul davranışlarından ise daha uzaktadır ve aracın entegrasyonu daha zordur.

2) araçta uzman olmayan öğretmen aracın potansiyellerini zayıflıkla hassaslaştırır. Öncelikle, öğretmen bazı farklılıklar görür, karmaşa ekler, enstrümantasyon ve matematik öğrenmeyi birleştirmek için zayıflıkla hazırlanır ve bu sebeplerden öğretmen bulunan kaynaklardan güçlülükle hiç fayda elde etmez.

Trouche ve Gueudet (2009) yaptıkları bu çalışmada, kaynaklara, matematiksel görevlerin seçimine/desenlenmesine, bu görevlerin planlanmasına, mevcut artefactların yönetilmesine bakarak matematik öğretmenlerinin dökümantasyon çalışmalarını ele almıştır. Trouche, bu dökümantasyon çalışmasının öğretmenlerin profesyonel etkinlik ve profesyonel gelişimlerinin çekirdeği olduğunu düşünmektedir. Enstrümantal yaklaşım perspektifinde dökümantasyonel oluşum süreci yoluyla öğretmenler tarafından geliştirilen mevcut kaynaklar ve dökümanlar arasındaki farklılık tanıtılmıştır. Bu çalışma sonunda öğretmenler dökümantasyon sistemlerini geliştirmişler ve kaynakların sayısallaştırılması bu sistemlerin gelişimini gerektirmiştir. Ele alınan yaklaşım bu gelişimleri kavramayı, daha genel olarak da öğretmenlerin profesyonel değişimini çalışmayı amaçlamaktadır.

Drijvers ve diğerleri (2010) yaptıkları çalışmada öğretmenlerin enstrümantal orkestrasyonlarına odaklanmışlardır. Matematik sınıflarındaki teknoloji varlığı öğretmenlerin, öğrencilerin öğrenmesini yönetme yollarını değiştirmiştir. Bu çalışmada öğretmenlerin teknoloji kullanırken hangi tip orkestrasyon geliştirdiklerini ve bunun kapsamının öğretmenlerin matematik eğitimindeki görüşleri ile ve teknolojinin rolü ile nasıl ilişkilendirildiğini araştırmaktır. Araştırma verileri üç öğretmenin yaptığı

öğretimin otuz sekiz video kaydını içermektedir. Ayrıca anketler ve görüşmeler yoluyla onların görüşleri elde edilmiştir. Nitel analizler ile öğretmen profilleri ve orkestrasyon tipleri belirlenmiştir. Araştırma 8.sınıflar üzerinde fonksiyon konusunun teknoloji açısından zengin bir ortamda öğretim projesini içermektedir. Öğretim düzenlemesi elli dakikadan oluşan sekiz dersi içermektedir. Bu derslerde zengin fonksiyon kavramı geliştirilmeye amaçlanmıştır. Öğrenme yönetiminin ana teknolojik parçası “Algebra Arrows” isimli java uygulamasıdır. Bu uygulama elektronik öğrenme ortamı olan dijital matematik ortamı içinde yer almaktadır. Uygulama işlem zincirlerinin oluşturulmasına ve kullanımına izin vermektedir ve tablo, grafik, formül oluşturmak, kaydırmak ve izlemek için seçenekler sağlamaktadır. Dijital matematik ortamı öğrencilerin çalışmalarına herhangi bir yerden erişmelerine ve öğretmenlerin bu çalışmalara ekran düzenlemesi için erişmelerine ve öğrencilerin kavramsal gelişimlerini elde etmeye izin vermektedir. Analizler sonucunda öğretmenlere ait 6 farklı orkestrasyon tipi ortaya çıkmıştır:

- Teknik-demo (Technical-demo): araç tekniklerinin öğretmen tarafından gösterilmesi.
- Ekran açıklaması (Explain-the-screen): bilgisayar ekranında neler yapıldığının öğretmen tarafından bütün sınıfa açıklanması.
- Ekran-tahta bağlantısı (Link-screen-board): teknolojik ortamda ne olduğu ve bunun geleneksel kağıt, kitap ve tahtada nasıl temsil edildiği arasındaki ilişki.
- Ekran tartışması (Discuss- the-screen): bilgisayar ekranında ne olduğu ile ilgili bütün sınıf tartışması.
- Seç ve göster (Spot-and-show): derste hazırlanan ilginç öğrenci dinamik matematik eğitimi çalışmalarının tanıtılması ve sınıf tartışmasında kullanılması.
- Sherpa öğrenci (Sherpa-at-work): sherpa öğrenci ismi verilen öğrencinin teknoloji çalışması bütün sınıfa gösterilir ve uygulamaların başarılması için öğretmen istekte bulunur.

Oluşturulan bu orkestrasyon tiplerinden bazıları daha çok öğretmene tanıdık gelen düzenli öğretim pratiklerinin teknolojik çeşitliliği olarak görülebilir. Diğerleri ise teknolojinin kullanımı için ya da bu çalışmada özel olarak kullanılan aracın kullanımı için daha özeldir. Ayrıca bu çalışmada orkestrasyon tipleri ve öğretmenlerin matematiksel öğrenme ve öğretme, teknolojinin rolü üzerinde açıkladıkları görüşler arasındaki ilişkilerde ortaya çıkarılmıştır. Öğretmenlerin orkestrasyon için tercihleri ve



öğretme sırasında başarılı olmak için neyin önemli olduğu ve teknolojinin bunu nasıl desteklediği arasında bağlantılar olduğu açığa çıkmıştır. Öğretmenlerin orkestrasyon tercihleri onların açıkladıkları görüşleri ile ilişkilidir.

Olive (2010) yaptığı araştırmada teknoloji ve matematik eğitimi üzerine yapılması ihtiyaç duyulan araştırmaları ve bu araştırmalarda kullanılan teorik çerçeveleri açıklamıştır. Olive, öğrencilerin teknoloji kullanımı yoluyla nasıl ve ne öğrendikleri, öğretmenlerin teknoloji kullanımı yoluyla nasıl ve ne öğrendikleri, teknoloji kullanımı yoluyla hangi matematiğe erişilebildiği, teknolojinin özel ara yüz desenlemelerinin teknoloji kullanımını nasıl etkilediği, farklı kullanımların öğrenme ve öğretme sonuçlarını nasıl etkilediği, yeni medyalar içerisinde hangi çeşit öğrenmelerin yer edindiği ve yeni medyalar içerisinde hangi çeşit öğretimlerin nasıl yer edineceği üzerine araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir. Olive yapılan araştırmalarda kullanılan teorik çerçeveleri (enstrümantal yaklaşım, semiyotik aracılık) açıkladıktan sonra teknolojinin entegrasyonunda öğretimsel durumlarda öğretmen rolünün de dikkate alınması gerektiğini belirtmiş, enstrümantal yaklaşım ve semiyotik aracılığın bakış açılarının entegre edildiği, Steinbring (2005) tarafından üretilmiş olan didaktik üçgeninden yararlanarak dörtyüzlü modelini Olive ve Makar (2009) sunmuştur. Bu yeni model öğretimsel değişkenler (öğrenci, öğretmen, görev ve teknoloji) arasında nasıl bir etkileşim olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada dinamik geometri ortamındaki sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçleri incelenmiş ve bu süreçte öğrenciler tarafından oluşturulan enstrümanlı eylem şemaları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Teknolojinin matematik eğitimine entegrasyonu kapsamında geliştirilen Enstrümantal Yaklaşım, matematik derslerinde teknolojik araç olarak tabletlerin kullanıldığı bu çalışmada teorik çerçeve olarak temel alınmıştır.

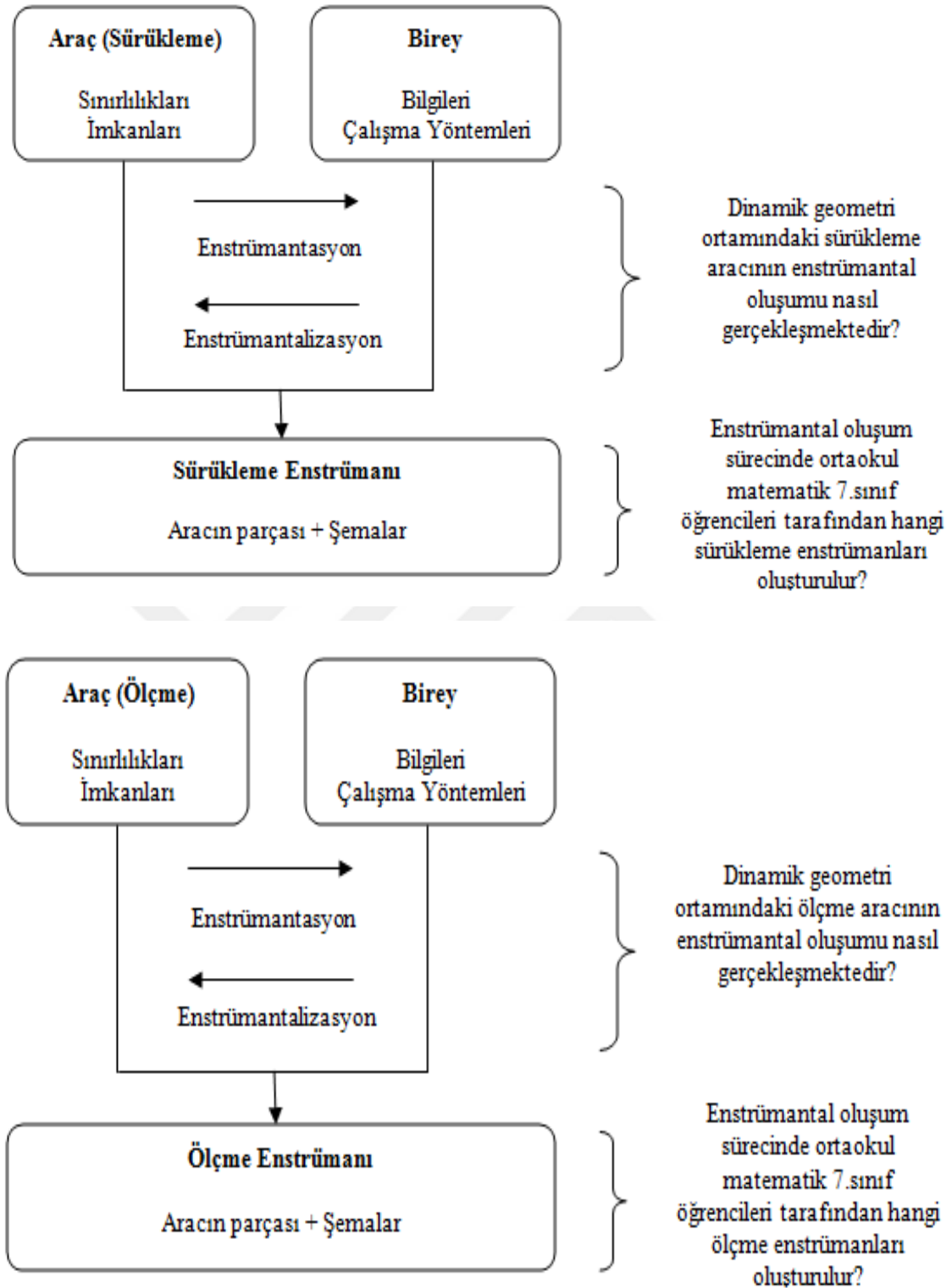
### **1.8. Problem Cümlesi**

Ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin tablet aracılığıyla dinamik geometri ortamında kullandıkları sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerini incelemek ve öğrenciler tarafından oluşturulan sürüklenme ve ölçme enstrümanlı eylem şemalarını belirlemek.

### 1.8.1. Araştırma soruları

1. Dinamik geometri ortamındaki sürükleme aracının enstrümantal oluşunu nasıl gerçekleşmektedir?
  - 1.1 Enstrümantal oluşum sürecinde ortaokul matematik 7.sınıf öğrencileri tarafından hangi sürükleme enstrümanları oluşturulur?
2. Dinamik geometri ortamındaki lme aracının enstrümantal oluşunu nasıl gerçekleşmektedir?
  - 2.1.Enstrümantal oluşum sürecinde ortaokul matematik 7.sınıf öğrencileri tarafından hangi lme enstrümanları oluşturulur?

Araştırmanın teorik erevesi kapsamında oluşturulan araştırma soruları Şekil 1.8'de özetlenmiştir.



Şekil 1.8. Teorik Çerçeve Kapsamında Araştırma Soruları

## 1.9. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Teknolojik gelişmelerin toplumun her alanını etkilemesiyle bütün dünyada iletişim teknolojilerinin ilerlemesine paralel olarak eğitim bilimlerinde de yeni arayışlar içine girilmiştir. Ülkemizde de gelişen teknolojinin sınıflarda etkin kullanımıyla öğrenci başarısını artırmak amaçlı çeşitli projeler hayata geçirilmektedir. Bunlardan sonuncusu, Kasım 2010'da kamuoyuna duyurulan ve Milli Eğitim Bakanlığı ile Ulaştırma Bakanlığı'nın işbirliği içinde yürüttüğü, Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi isimli ve kısaca FATİH olarak bilinen projedir. FATİH projesiyle birlikte eğitim ve öğretimde fırsat eşitliğini sağlamak ve okullardaki teknolojiyi iyileştirmek amacıyla bilişim teknolojileri araçlarının öğrenme-öğretme sürecinde daha fazla duyu organına hitap edilecek şekilde derslerde etkin kullanımı için okulöncesi, ilköğretim ile ortaöğretim düzeyindeki tüm okullarda LCD panel etkileşimli tahta ve internet ağ altyapısının sağlanması, her öğretmen ve öğrenciye tablet bilgisayar verilmesi hedeflenmektedir.

Teknolojide yaşanan hızlı gelişim ve değişimlere ve eğitimde atılmaya çalışılan hızlı adımlara rağmen öğretmenlerin ve öğrencilerin bu değişime ne kadar hazır oldukları sorusu akla gelmektedir. Bu aşamada ülkemizde matematik eğitiminde teknoloji kullanımı üzerine yapılan çalışmaların incelenmesinde ve çalışmaların karakteristiklerinin belirlenmesinde yarar vardır. Türkiye'de matematik eğitiminde teknoloji kullanımı üzerine yapılan çalışmaların son yıllarda artmasıyla birlikte henüz yeterli seviyede olmadığı gözlemlenmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde araştırmaların genellikle bilgisayar destekli yapılan bir öğretimin matematik başarısına ve tutumuna etkisinin nasıl olduğu, bilgisayar destekli öğretim ortamının geleneksel öğretim ortamları ile karşılaştırılması, bilgisayar destekli matematik öğretimine yönelik öğretmen ve öğrenci görüşlerinin nasıl olduğu üzerinde yoğunlaştığı söylenebilmektedir. Yapılan çalışmalarda genellikle nicel yöntemler tercih edilmiş ve deney-kontrol gruplu nicel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Türkiye'de matematik öğretiminde tablet bilgisayar kullanımı üzerine çalışmaların daha da az olduğu ve yapılan çalışmaların orta öğretim ve yüksek öğretim öğrencileri üzerinde yapıldığı görülmektedir. Koparan (2012) yaptığı çalışmada matematik ve geometri derslerinde grafik tablet kullanımına yönelik öğrenci tutum ölçeği geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmayı bir anadolu lisesindeki 9-10-11.sınıf öğrencileri ile yürütmüş ve araştırma

sonucunda geliştirilen ölçeğin öğrencilerin matematik ve geometri derslerinde grafik tablet kullanımı ile ilgili tutumlarını ölçmede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Koparan ve Güven (2012) yaptıkları çalışmada orta öğretim öğrencilerinin grafik tablet kullanımı üzerine görüşlerini incelemiş ve bulgular doğrultusunda da öğrencilerin matematik ve geometri derslerini zenginleştirmede grafik tablet kullanımına yönelik pozitif düşüncelere sahip olduğu sonucuna varmıştır.

Yukarıdaki paragraftan da anlaşılacağı üzere Türkiye’de matematik eğitiminde teknoloji kullanımı üzerine çalışmalar mevcuttur ve artarak da devam edecektir ancak yine de bu çalışmalar yetersiz kalmaktadır. Özellikle eğitimde FATİH projesi gibi ciddi adımların atılmaya çalışıldığı, okullara LCD panel etkileşimli tahta ve internet ağ altyapısının sağlanacağı ve her öğretmen ve öğrenciye tablet bilgisayar verileceğinin vaad edildiği bir ortamda, yeniliklere açık bir şekilde geliştirilen bu tür projelerin ve daha sonra geliştirilebilecek olan diğer projelerin nihai amaçlarına ulaşabilmeleri için matematik eğitiminde teknoloji kullanımının temele alındığı çalışmaların yakın zaman içerisinde artması gerektiği açıktır.

Teknolojide yaşanan bu hızlı gelişmenin etkisiyle eğitimde de adımları atılan gelişmelere kayıtsız kalınmamalı ve uzaktan bakılmamalıdır. Teknolojinin matematik derslerine entegrasyonunu gerçekleştirme çabalarına matematik eğitimcilerinin yapacakları katkının önemli olduğu düşünülmektedir. İşte bu noktadan hareketle yapılacak bu çalışmada teknolojinin matematik eğitime entegrasyon sürecini derinlemesine araştırarak katkıda bulunmak istenmektedir. Bunu gerçekleştirmek için de ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin tablet aracılığıyla dinamik geometri ortamında kullandıkları sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerinin enstrümantal yaklaşım çerçevesinde incelenerek öğrenciler tarafından oluşturulan sürükleme ve ölçme enstrümanlı eylem şemalarının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Daha önce de belirtildiği gibi teknoloji destekli matematik öğretimi üzerine yapılmış çalışmalara bakıldığında bilgisayar destekli yapılan bir öğretimin matematik başarısına ve tutumuna etkisinin ne olduğu üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun yanı sıra teknolojik bir aracın öğretimsel bir matematik aracına nasıl dönüştüğünü enstrümantal yaklaşım çerçevesinde inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Teknolojik araçların kullanım teknikleri, kağıt ortamındaki klasik çalışma teknikleri ve öğrenenlerin kavramsal anlamaları arasındaki etkileşimin incelenmesi enstrümantal yaklaşım ile sağlanabilmektedir. Enstrümantal yaklaşım teknolojik araçların kavramsal

anlama üzerine etkisinin araştırılmasına fırsat tanımakta ve öğrencilerdeki şemaların gelişimi incelenebilmektedir. Teknolojik ortamlarda bireylerin yaşadıkları araç kullanım bilgisine bağlı olan teknik zorlukların yanı sıra kavramsal boyuttaki engellerin de açığa çıkarılması enstrümantal yaklaşım ile sağlanabilmektedir. Böylece enstrümantal yaklaşım hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin bu engellerin farkına vararak öğretim durumuna çevirmelerine yol açabilir. Enstrümantal yaklaşım çerçevesinde öğrencilerin matematik dersinde kullanılacak olan tabletleri ve daha da özelinde dinamik geometri ortamındaki sürükleme ve ölçme araçlarını nasıl bir matematik öğrenme enstrümanına dönüştürdükleri süreci derinlemesine inceleyecek olan bu araştırmanın alana katkı sağlayacağı açısından önemli olduğu düşünülmektedir.



## 2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modelinin ne olduğuna ve bu modelin seçimine nasıl karar verildiğine, araştırmanın hangi ortamda ve hangi katılımcılar ile yapıldığına, katılımcıların nasıl belirlendiğine, pilot çalışma ve sonrasında tasarlanan uygulama süreçlerinde neler yaşandığına, seçilen araştırma modelinin yaklaşımına göre hangi veri toplama araçlarının kullanıldığına, bu araçlarla verilerin nasıl toplandığına ve toplanan verilerin nasıl analiz edildiğine değinilecektir.

Bu araştırmada insan davranışlarını içinde bulunduğu doğal ortam içinde bütüncül bir anlayışla gözlemlemeye imkan sağlayan nitel araştırma ve veri toplama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Patton (1987) bütüncül anlayışa göre bir bütünün, onu oluşturan parçaların toplamından daha geniş ve farklı olduğunu ifade ederek bu anlayışa göre insan davranışlarının sürece bağlı bir yaklaşımla araştırılması gerektiğini belirtmektedir. Bu ihtiyaçlardan doğan nitel araştırma gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırma olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Şimsek, 2006, s.39).

Nitel araştırmalarda üç tür veri toplanmaktadır (LeCompte ve Goetz, 1984; akt. Yıldırım ve Şimsek, 2006).

- Çevreyle ilgili veriler: kültürel, sosyal, psikolojik, demografik ve fiziksel özellikleri içeren, sürece ve algılara ilişkin verilere temel oluşturan verilerdir.
- Süreçle ilgili veriler: araştırma sürecinde neler olup bittiği ve bu olanların katılımcıları nasıl etkilediğine ilişkin verilerdir.
- Algılara ilişkin veriler: katılımcıların süreç hakkında düşündüklerine ilişkin verilerdir.

Bahsedilen bu verileri toplamak için yaygın olarak kullanılan üç veri toplama yöntemi bulunmaktadır:

- Görüşme: sözlü iletişim yoluyla toplanan ve bireylerin görüşlerini, duygularını, deneyimlerini ve algılarını öğrenmeyi amaçlayan bir yöntemdir.
- Gözlem: sosyal olguların anlaşılmasına yönelik yapılan bir yöntemdir.
- Yazılı doküman incelemesi: görüşme ve gözlemle toplanan verileri desteklemek ya da kendi başına kullanılmak üzere yapılan bir yöntemdir.

Bu araştırmanın yaklaşımını belirleyen ve araştırmanın çeşitli aşamalarının bu

yaklaşım çerçevesinde birbiri içinde tutarlı olması için araştırmacıyı yönlendiren nitel araştırma modeli ilerleyen bölümde detaylı olarak açıklanmaktadır.

## 2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma kapsamında ortaokul öğrencileri tarafından dinamik geometri ortamında kullanılan sürüklenme ve ölçme araçlarının matematik enstrümanına dönüşüm süreçleri incelenmiştir. Öğrencilerin bu süreçte matematiksel etkinlikler yoluyla yaşadıkları deneyimleri ve bunun sonucunda oluşturdukları zihinsel şemaları ilk elden ortaya çıkarabilmek için öğretim deneyi (teaching experiment) araştırma modeli olarak benimsenmiştir.

Steffe ve Thompson (2000) öğretim deneyinin öğrencilerin matematiksel aktivitelerini anlamak ve keşfetmek için tasarlanan bir yöntem olduğunu belirtmektedirler. Öğretim deneyinin kullanılmasındaki amaç öğrencilerin matematiksel öğrenme ve düşünmelerine ilk elden ulaşma isteğidir. Öğretim deneyiminde araştırmacılar öğrencilerin yeni matematiksel bilgiyi yapılandırırken öğrenim sürecinde hangi tekniğin değişiklik yarattığını keşfederek süreci gözlemleyebilirler (Steffe, 1991; Engelhardt, Corpuz, Ozimek ve Rebello, 2003). Öğretim deneyi araştırmacıların, öğrencilerin matematiksel bilgilerini ortaya çıkararak ve bu bilgilerin çeşitli yollarla ve araçlarla etkilenme durumlarını deneyimleyerek bunun yanı sıra öğrencilerin matematiksel anlamlandırmalarını ve kullandıkları matematiksel dili de inceleyerek kendi etkinliklerini düzenlemek için kullanabilecekleri keşfedici özellikte kavramsal bir araçtır (Steffe ve Thompson, 2000). Dolayısıyla matematik ve fen bilimlerindeki araştırmalarda karakteristik özelliklerin açıkça ortaya konmasını sağlayan en uygun araştırma yöntemi öğretim deneyidir (Kelly ve Lesh, 2000).

Öğretim deneyleri öğrencilerin bireysel ya da küçük gruplar halindeki gelişimleri üzerine odaklanabildiği gibi bir takımın ya da grubun kavramsal gelişimi üzerine de odaklanabilir. Sınıftaki öğrenme ortamlarında ya da yapılan görüşmelerde üretilen en uygun gelişimler gözlemlenebilirken bununla birlikte öğrencilerin gelişim sürecindeki stratejilerini ve bilişsel yapılarını anlayabilme mümkün hale gelmektedir (Kelly ve Lesh, 2000).

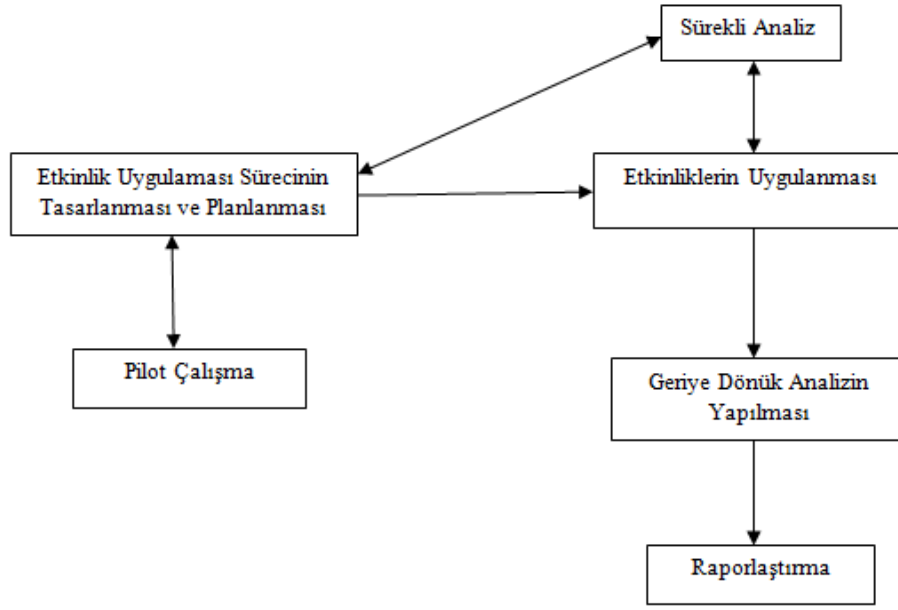
Öğretim deneyinde bir grup katılımcı ile aynı zamanda öğretici olan araştırmacı arasında bir etkileşim söz konusudur (Cobb ve Steffe, 1983). Bir takımın ya da bir



grubun ele alındığı öğretim deneylerinde araştırmacı-öğretmenin baskın olduğu bir öğrenci-öğretmen etkileşimi ön plana çıkmazken bunun yerine öğrenci-öğrenci ve öğrenci-problem durumu arasındaki etkileşim ön plana çıkmaktadır. Bireysel ya da bir grupla gerçekleştirilen öğretim deneyleri teknolojik gelişmeler çerçevesinde bilgisayar yazılımlarını ya da tablet uygulamalarını da içerebilmektedir. Teknolojik ortamların devreye girdiği bu öğretim deneylerinde öğrenci-bilgisayar yazılımı ya da öğrenci-tablet uygulaması arasında bir etkileşim gerçekleşmektedir. Bu durumda öğretim deneyi kullanılan yazılımın, yazılımlarla birlikte uygulanan etkinliklerin ve bu etkinliklerle birlikte yaşanacak kavramsal düşünme sürecinin araştırılması için planlanır (Lesh ve Kelly, 1999).

Öğretim deneyinde öğrencilerin ne yaptıklarını ve nasıl yaptıklarını ortaya çıkarabilmek için nitel veri toplama yöntemleri tercih edilir. Öğretim deneyinde veriler öğrencilerle gerçekleştirilen öğretim sürecinden ve öğretim süreci içerisinde belirlenen zamanlarda gerçekleştirilen klinik görüşmelerden elde edilmektedir (Cobb ve Steffe, 1983). Öğretim deneyinde öğrencilerin matematiksel bilgilerini ortaya çıkarmak amaçlandığından bir öğretim sürecini içermesi gerekmektedir (Cobb ve Steffe, 1983). Bu öğretim süreci ise birkaç saat, birkaç hafta olabileceği gibi bir öğretim dönemi ya da bir öğretim yılı olabilmektedir (Kelly ve Lesh, 2000). Bu öğretim deneyimi sürecinde de gerekli görülen bütün veri toplama araçları kullanılabilir (Cobb ve Steffe, 1983).

Cobb (2000) bir öğretim deneyinin, öğretim sürecini tasarlanma ve planlanma, uygulama yapma, sürekli ve geriye dönük analiz olarak üç temel aşamadan oluştuğunu belirtmektedir. Sürekli (ongoing) ve geriye dönük (retrospective) analizler öğretim deneyinde sürecin analiz edilmesi için birlikte kullanılmaktadır. Sürekli analiz araştırmacının öğretim deneyimi süreci sırasında öğrencilerin öğrenmelerini sağlamak için planlı ya da plansız gerçekleştirdiği yönlendirmelerle öğrencilerin bilgilerine ve eylemlerine göre süreci düzenleyebildiği analiz modelidir (Simon, 2000). Geriye dönük analiz ise birbirini takip eden öğretim deneyimlerinin tamamının ele alınması ve süreçte toplanan verilerin dikkatlice incelenmesi sonucunda öğrencilerin matematiksel gelişimlerinin açıklanabildiği analiz modelidir (Simon, 2000). Bu araştırmada yapılan öğretim deneyi süreci şekil 2.1’de verilmiştir.



**Şekil 2.1.** Araştırmanın Öğretim Deneyi Süreci

## 2.2. Katılımcılar

Katılımcılarının belirlenmesi için amaçlı örnekleme yöntemlerinden önce kolay ulaşılabilir durum örneklemesine sonra da ölçüt örnekleme başvurulmuştur. Amaçlı örnekleme zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak vererek olgu ve olayların keşfedilmesinde ve açıklanmasında yararlı olmaktadır. Kolay ulaşılabilir durum örneklemesinde araştırmacıya yakın olan ve erişilmesi kolay olan durumun seçilmesi araştırmaya hız ve pratiklik kazandırmaktadır. Ölçüt örnekleme ise araştırmacı tarafından hazırlanan ya da önceden hazırlanmış bir ölçüt listesinin kullanılmasıyla belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumların çalışılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Katılımcıların belirlenmesinde öncelikli olarak araştırmacının aynı zamanda öğretmen olarak çalıştığı bir okulda, matematik dersine girdiği bir sınıf kolay ulaşılabilir durum örnekleme yoluyla kararlaştırılmıştır. Araştırmacının tanıdık bir örneklem üzerinde kendi okulunda bu araştırmayı yürütmesi çalışmanın daha pratik, kolay ulaşılabilir ve düşük maliyetli olmasını sağlamıştır. Araştırmanın yapılacağı katılımcı grubu belirlendikten sonra ölçüt örnekleme yoluyla da araştırmaya katılacak öğrenciler belirlenmiştir. Katılımcıların belirlenmesinde öğrencilerin matematik başarı seviyeleri

ve gönüllü katılımları ölçüt olarak alınmıştır. İyi (karne notu 5), orta (karne notu 4) ve düşük (karne notu 3) matematik başarı seviyesine sahip öğrencilerden istekli olan öğrenciler katılımcı olarak belirlenmiştir. Araştırmaya katılımda gönüllülük esas alınmıştır. Dolayısıyla araştırmaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğrencilere ve velilere araştırmacı tarafından hazırlanan “öğrenci izin formu” (Bkz. Ek 2) ve “veli izin formu” (Bkz. Ek 3) imzalatılmıştır.

Araştırma farklı matematik başarı seviyelerine sahip toplam dokuz öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Aşağıda tablo 2.1’de öğrencilerin başarı seviyelerine göre dağılımı gösterilmiştir.

**Tablo 2.1.** *Katılımcıların Matematik Dersi Başarı Seviyelerine Göre Dağılımı*

	İrem	Ahmet	Gamze	Simay	Hatice	Mehmet	Aleyna	Merve	Osman
İyi	√	√	√						
Orta				√	√	√			
Düşük							√	√	√

Tablodan da görülebildiği gibi her başarı seviyesinde üç öğrenci ve bu üç öğrencinin de ikisi kız biri erkek öğrenci olarak seçilmiştir. Böylece başarı gruplarının cinsiyet dağılımı eşitlenmiştir. Araştırmacının öğretim deneyleri süresince sürekli analiz ve gözlem notları yoluyla belirlenen çalışma karakteristikleri, teknoloji kullanımları ve çalışma motivasyonları gibi katılımcı özellikleri tablo 2.2’de sunulmuştur.

**Tablo 2.2.** *Öğrenci Özellikleri*

	Çalışma karakteristiği	Teknoloji kullanımı	Motivasyon durumu
İrem	Sorgulayıcı, teorik düşünebilen	Çok iyi düzeyde	Çok istekli
Ahmet	Araştırmacı, teorik düşünebilen	Çok iyi düzeyde	İstekli
Gamze	Kavramsal ilişkiler arasında bağ kurabilen, sınıf ortamında istenilen iyi öğrenci	İyi düzeyde	Çok istekli
Simay	Sistemik ve kurallara bağlı olarak çalışan, sınıf ortamında istenilen iyi öğrenci	İyi düzeyde	İstekli
Hatice	Etkinlik görevlerini yerine getirmeye gayret gösteren, sorumluluk sahibi	İyi düzeyde	Çok istekli
Mehmet	Etkinlik görevlerinin gereklerini yerine getiren, istekli	İyi düzeyde	Orta düzeyde istekli
Aleyna	Etkinlik görevlerinde kavramsal ilişkileri gözden kaçıran, gayretli	Yeterli düzeyde	İstekli
Merve	Yaptıklarından emin olmak için öğretmen desteğine ihtiyaç duyan, kararsız	Yetersiz düzeyde	İstekli
Osman	Kavramsal öğrenme eksiklikleri nedeniyle görevleri yerine getirmek için öğretmen yardımına ihtiyaç duyan, zorluk yaşayan	Yetersiz düzeyde	İsteksiz

### 2.3. Pilot Uygulama

Öğretim deneyimi araştırma yönteminin benimsendiği bu çalışmada uygulama sürecinden bir hafta önce başlayan ve sonrasında uygulama süreci ile eş zamanlı olarak ilerleyen bir pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmanın katılımcılarını aynı zamanda öğretmen olan araştırmacının matematik dersine girmiş olduğu başka bir sınıfta yer alan üç öğrenci oluşturmaktadır. Pilot çalışmanın katılımcılarını yine gönüllük esasına göre seçilmiş her başarı seviyesinden birer öğrenci oluşturmuştur.

Öğretim deneyimlerinin tasarlanabilmesi için ön koşul niteliğinde olan pilot çalışma ile tasarlanan etkinliklerin uygunluğu incelenirken aynı zamanda etkinliklerin uygulanma sürecine yönelik yaşanan sıkıntılar da belirlenmeye çalışılmıştır. Bütün bunlar dikkate alınarak uygulama süreci için tasarlanan öğretim deneyimleri tekrar gözden geçirilerek gerekli görülen düzenlemeler yapılmıştır. Öğrencilerin bireysel olarak oluşturacakları enstrümanlı eylem şemaları, sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşumları birbirinden farklılık göstereceği için pilot çalışmada daha çok etkinlik uygulamaları sırasında ortaya çıkabilecek sorunlara, bu sorunların nasıl ortadan kaldırılacağına, hangi teknolojik aksaklıkların yaşanabileceğine ve öğretim deneyleri için en etkili ortamın oluşturulmasına odaklanılmıştır. Bütün bir sürecin sonucunda yaşanacak enstrümantal oluşumun gözlemlenmesi için her bir etkinlik pilot gruba uygulanmış ve eğer etkinliğin aksayan yönleri varsa bu aksaklıklar süreç içerisinde etkinliklerin yeniden düzenlemesi yoluyla giderilmiştir.

### 2.4. Araştırma Ortamı

Araştırmanın uygulaması 2014-2015 eğitim öğretim yılının 2. döneminde Eskişehir İl merkezinde sosyo-ekonomik düzeyi orta düzeyde olan bir mahallede yer alan, aynı zamanda araştırmacının öğretmenlik yaptığı bir ortaokulda gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmaya katılan öğrencilerle yapılan uygulamalar öğrencilerin kendi sınıflarında, araştırmanın katılımcıları ile yapılan uygulamalar ise katılımcı öğrencilerin kendi sınıflarında yapılmıştır. Tabletler ile bireysel çalışma yapan öğrencilerin kendi sınıflarında çalışmaları uygun görülmüştür.

Katılımcıların uygulamalarının yapıldığı sınıfta ikili oturma düzeninde toplam 17 sıra, bir öğretmen masası, bir yazı tahtası ve bir projeksiyon bulunmaktadır. Uygulama

sirasında katılımcılar aralarında bir boşluk olacak şekilde sıralara birer kişi olarak oturmuşlardır.

## **2.5. Veri Toplama Araçları**

Cobb ve Steffe (1983) öğretim deneyi sürecinde gerekli görülen bütün veri toplama araçlarının kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Nitel araştırmalarda sıklıkla kullanılan veri toplama yöntemleri gözlem, görüşme ve doküman incelemesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Nitel araştırmalarda problemin özelliğine göre bu yöntemlerden bir ya da birkaçı belirlenerek seçilen araştırma deseninin kapsamına göre kullanılabilmektedir. Araştırmacılar birden fazla veri toplama yöntemini bir arada kullanarak bir veri toplama aracının sınırlılığını başka bir veri toplama aracı ile giderebilirler. Aynı araştırmada birden fazla veri toplama yönteminin kullanılmasına veri çeşitlemesi denilmektedir. Veri çeşitlemesi yoluyla toplanan verilerin ve verilerden elde edilen bulguların geçerlik ve güvenilirlikleri artırılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Öğretim deneyinin kullanıldığı bu araştırmada da nitel veri toplama araçlarından görüşme, araştırmacı notları, video ve ses kayıtları kullanılarak veri çeşitlemesi yoluyla geçerlik ve güvenilirliğin artırılması yoluna gidilmiştir. Süreçte veri toplama araçlarından nasıl yararlandığı ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

### **2.5.1. Görüşme**

Nitel çalışmalarda genelde yapılandırılmamış görüşme, yapılandırılmış görüşme ve yarı yapılandırılmış görüşme olmak üzere üç çeşit görüşme tekniği kullanılmaktadır (Patton, 1987; Robson, 1993; Gall, Borg ve Gall, 1996). Yapılandırılmamış görüşme araştırmacının herhangi bir görüşme protokole bağlı kalmadan kişiyle doğal ortamda gerçekleştirdiği iletişim biçimidir (Gall, Borg ve Gall, 1996). Söyleşi, sohbet havasında gerçekleşen görüşmede araştırmacı bireyin verdiği cevaplar ışığında görüşme sırasında yeni sorular hazırlayarak bireye sormalıdır. Her kişiye doğal ortamda gerçekleştiği üzere farklı soruların sorulması toplanan düzensiz verilerden dolayı verilerin analiz edilmesini güçleştirmektedir (Patton, 1990).

Yapılandırılmış görüşme anket ya da tutum ölçeği gibi benzer bir yolla hazırlanmış sorularla kişilere ait bilgilerin toplandığı görüşme tekniğidir (Robson, 1993;

Wragg, 1994). Aynı biçimde sorulan aynı sorulara kişilerin verdiği cevaplar kapalı uçludur. Yapılandırılmış görüşmeler ile birde fazla görüşmecinin bulunduğu durumlarda görüşmeciler arasındaki farklılığın en aza indirilmesi gerçekleşmektedir (Patton, 1990). Yarı yapılandırılmış görüşme ise sorulacak soruların bir görüşme protokolüne bağlı olarak önceden planlandığı, görüşme süreci esnasında yan ya da alt soruların sorularak görüşmecinin cevaplarının ayrıntılandırılmasının sağlandığı görüşme şeklidir. Bazı soruların cevaplarını başka soruları cevaplarken vermiş olan görüşmecilere tekrar bu sorular sorulmaz. Daha sistematik ve karşılaştırılabilir verilerin toplandığı yarı yapılandırılmış görüşme nitel araştırmalar için daha uygun olarak görülen görüşme tekniğidir (Yıldırım ve Şimşek, 1999).

Uygulamaya başlamadan önce ve uygulama tamamlandıktan sonra öğrencilerin günlük hayatta teknolojiyi kullanıp kullanmadıklarını, kullanıyorlarsa hangi amaçlarla kullandıkları, ne tür teknolojileri bildikleri ve kullandıkları, matematik eğitiminde teknoloji kullanımı, tablet bilgisayarların kullanım alanları ve matematik öğretiminde tabletlerden nasıl yararlanabilecekleri konusundaki bilgilere ulaşmak amacıyla katılımcılar ile önceden bir protokol dahilinde hazırlanmış sorularla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır (Bkz. Ek 1). Araştırmaya katılan her bir öğrenci ile ortalama 25-30 dakika arasında gerçekleştirilen görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

### **2.5.2. Araştırmacı notları**

Nitel araştırmalarda araştırmacıların kendi düşüncelerini kayıt altına almaları ve uygulama sırasında ortaya çıkan durumları yazmaları amacıyla gözlem notları tutmaları gereklidir (Confrey ve Lachance, 1999). Öğretim deneyi sürecinin her aşamasını betimlemek amacıyla etkinlik uygulamalarına ait gözlem, görüş, öğrenci yorumu, izlenim gibi çeşitli veriler not edilmektedir (Johnson, 2005). Bu çalışmada araştırmacı öğretim deneyleri sırasında öğrencilere ve etkinliklerin uygulanma sürecine yönelik yapmış olduğu gözlemlerini öğretim deneylerinden hemen sonra günlük tutma yoluyla not alarak sürece yönelik bilgilere ulaşmaya çalışmıştır. Araştırmacı gözlemlerine dayanarak almış olduğu notlardan süreç içerisinde öğretim deneylerini planlamak amacıyla da yararlanmıştır.

### 2.5.3. Video kaydı

Öğretim deneyinde uygulanan her bir etkinlik süreci sınıf içi etkileşimin nesnel bir biçimde kayıt altına alınabilmesi için uygulama ortamının geneli bir kamera ile çekilerek görüntülenmiştir. Ayrıca uygulamalar sırasında yaşanabilecek olan öğretmen-öğrenci, öğrenci-öğrenci arasındaki diyaloglar farklı iki ses kayıt cihazının ortam içerisinde farklı yerlere konumlandırılması ile kayıt altına alınmıştır.

Tabletler içerisine yüklenmiş olan matematik yazılımı uygulaması TI\_Nspire CAS ve onunda içerisinde yer alan dinamik geometri yazılımının (Cabri-Geometri) kullanılmasıyla gerçekleştirilen etkinlik uygulamalarında sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerinin ayrıntısıyla incelenebilmesi için öğrencilerin menü kullanımlarını detaylı olarak analiz edebilmek amacıyla hem ekran hareketlerini hem de ortam sesini kaydedebilen bir ekran kaydetme programı (Shou HD) kullanılmıştır. Video kayıtlarının alınması ile birlikte verilerin tekrar tekrar incelenebilmesi ve gerektiğinde uzman görüşüne başvurularak geçerlik güvenirliğin artırılabilmesi imkanı sağlanmıştır.

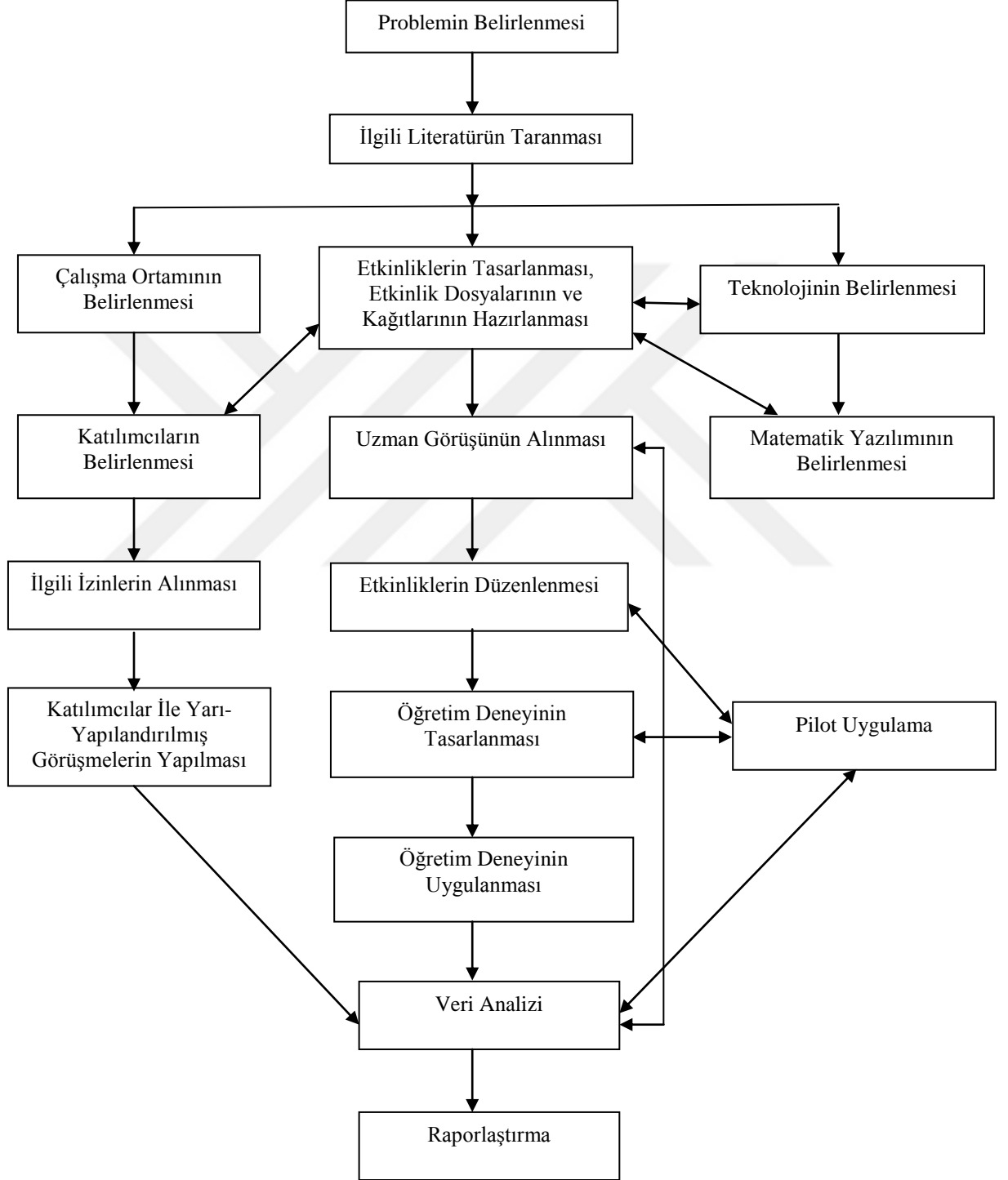
### 2.5.4. Etkinlik kağıdı

Etkinlik uygulamaları sonunda öğrencilerin üzerinde çalıştıkları çalışma sayfaları dosya şeklinde TI\_Nspire CAS uygulaması içerisine kaydedilmiştir. Bu dosyaları yanı sıra etkinlik uygulamalarının başında öğrencilere verilen ve etkinlik yönergelerini içeren etkinlik kağıtları da uygulamadan sonra toplanmıştır.

## 2.6. Veri Toplama Süreci

Araştırma probleminin belirlenmesinin ardından ilgili literatür taranmış ve dinamik geometri ortamında ağırlıklı olarak dörtgenler konusuna yönelik etkinlikler tasarlanarak uygulama için dinamik geometri ortamında etkinlik dosyaları (TI\_Nspire CAS yazılımında .tns formatında) ve yönergelerin yer aldığı etkinlik kağıtları hazırlanmıştır. Etkinliklerin tasarlanmasında TI\_Nspire CAS yazılımına yönelik etkinliklerin bulunduğu internet sitesinden ([www.education.ti.com](http://www.education.ti.com)), alan yazında dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı benzer çalışmalardan ve çeşitli dinamik

geometri yazılımlarını ve etkinliklerini içeren kitaplardan yararlanarak, uzman görüşüne de başvurularak etkinlikler düzenlenmiştir. Öğretim deneyi uygulaması öncesinde yapılan pilot çalışma ile elde edilen bulgular göz önünde bulundurularak öğretim deneyleri tasarlanmıştır. Araştırma sürecinin aşamalarını şekil 2.2’de özetlenmiştir.



**Şekil 2.2.** Araştırma Süreci Aşamaları



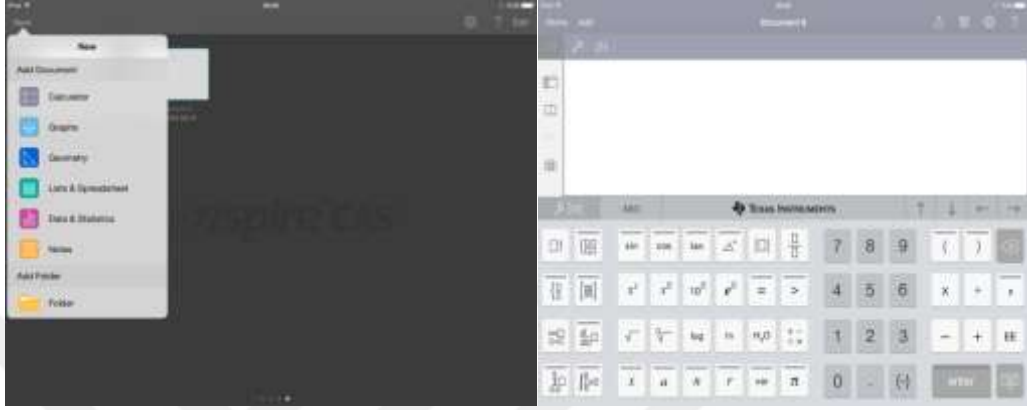
Cobb ve Steffe (1983) öğretim deneyi metodunun öğrencilerin matematiksel bilgilerinin ve anlamsal kavramlarının ortaya çıkarılması amaçlandığından bir öğretim sürecini içermesi gerektiğini belirtmektedirler. Bu öğretim süreci ise birkaç saat, birkaç hafta olabileceği gibi bir öğretim dönemi ya da bir öğretim yılı olabilmektedir (Kelly ve Lesh, 2000). Yapılan bu araştırma da 2014-2015 eğitim öğretim yılının bahar döneminde Mart-Haziran ayları arasında yaklaşık üç aylık (12 hafta) bir öğretim deneyi sürecini kapsamaktadır. Pilot çalışmanın ve öğretim deneyinin uygulama tarihleri tablo 2.3’de verilmiştir.

**Tablo 2.3. Etkinlik Uygulama Tarihleri**

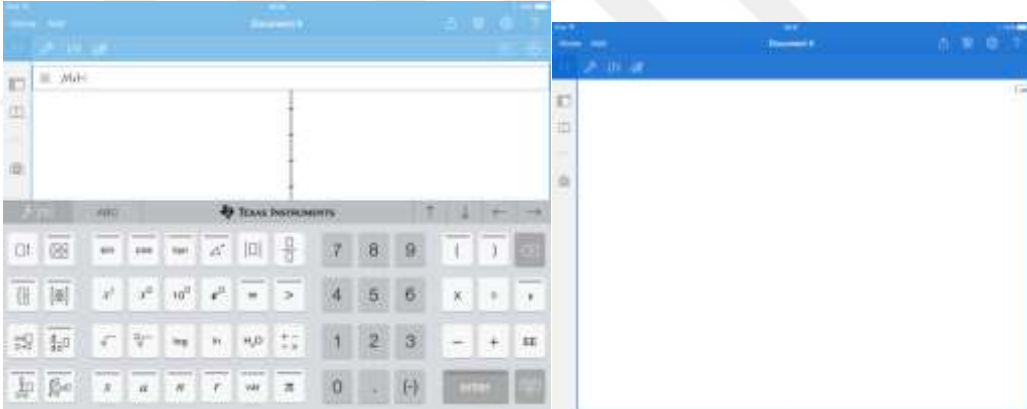
Tarih	Pilot çalışma	Uygulama süreci
16-20 Mart 2015	Öğrencilerle uygulama öncesi görüşmenin yapılması	-----
23-27 Mart 2015	TI_Nspire CAS tanıtım etkinliklerinin uygulanması	Öğrencilerle uygulama öncesi görüşmenin yapılması
30 Mart-3 Nisan 2015	Cabri-Geometri çalışma sayfası tanıtım etkinliklerinin uygulanması	TI_Nspire CAS tanıtım etkinliklerinin uygulanması
6-10 Nisan 2015	Etkinlik 1: orta dikme oluşturuyorum	Cabri-Geometri çalışma sayfası tanıtım etkinliklerinin uygulanması
13-17 Nisan 2015	Etkinlik 2: doğruya göre yansıtıyorum	Etkinlik 1: orta dikme oluşturuyorum
20-24 Nisan 2015	Etkinlik 3: yansıyan üçgenler	Etkinlik 2: doğruya göre yansıtıyorum
27 Nisan-1 Mayıs 2015	Etkinlik 4: noktaya göre simetri oluşturuyorum	Etkinlik 3: yansıyan üçgenler
4-8 Mayıs 2015	Etkinlik 5: hangisi kare?	Etkinlik 4: noktaya göre simetri oluşturuyorum
11-15 Mayıs 2015	Etkinlik 6: orta nokta varignon dörtgenim	Etkinlik 5: hangisi kare?
18-22 Mayıs 2015	Etkinlik 7: orta dikme varignon dörtgenim	Etkinlik 6: orta nokta varignon dörtgenim
25-29 Mayıs 2015	Etkinlik 8: açortay varignon dörtgenim	Etkinlik 7: orta dikme varignon dörtgenim
1-5 Haziran 2015	Öğrencilerle uygulama sonrası görüşmenin yapılması	Etkinlik 8: açortay varignon dörtgenim
8-12 Haziran 2015	-----	Öğrencilerle uygulama sonrası görüşmenin yapılması

Öğretim deneyinin etkinlik uygulama sürecinden önce bir hafta boyunca toplam beş ders saati olmak üzere çalışmada kullanılan ve tabletler içerisine yüklenmiş olan matematik yazılımı TI\_Nspire CAS’ı tanıtmak amacıyla etkinlikler uygulanmıştır. TI\_Nspire CAS yazılımı içerisinde farklı alanlara ait çalışmaların bir arada yapılmasına izin verecek şekilde “calculator, graphs, geometry, lists & spreadsheet, data & statistics, notes” isimleri ile yer alan farklı uygulamalar bulunmaktadır. İlk hafta yapılan tanıtım

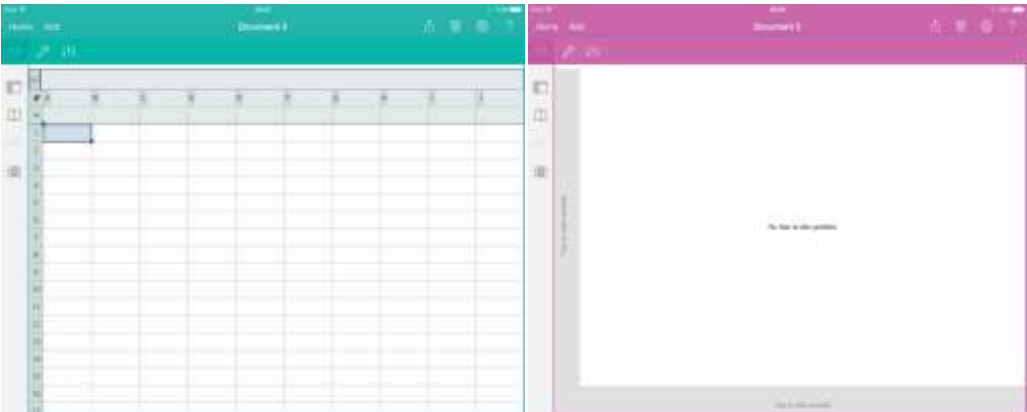
etkinliklerinde “geometry” uygulaması hariç (ikinci hafta ayrıntısıyla tanıtılan) diğer beş uygulamanın her biri için bir ders saati ayrılarak bu uygulamaların çalışma sayfaları ve menüleri tanıtılmıştır. Bu sırada hazır etkinliklerden yararlanılmamış ve araştırmacının yönlendirmesiyle menülerin kullanılması sağlanmıştır. Her bir uygulamaya ait çalışma sayfasının ekran görüntüleri aşağıda verilmiştir.



**Şekil 2.3.** TI-Nspire CAS Tablet ve Calculator Uygulamasına Ait Çalışma Sayfası Ekran Görüntüsü



**Şekil 2.4.** Graphs ve Geometry Uygulamalarına Ait Çalışma Sayfası Ekran Görüntüsü



**Şekil 2.5.** Lists & Spreadsheet ve Data & Statistics Uygulamalarına Ait Çalışma Sayfası Ekran Görüntüsü



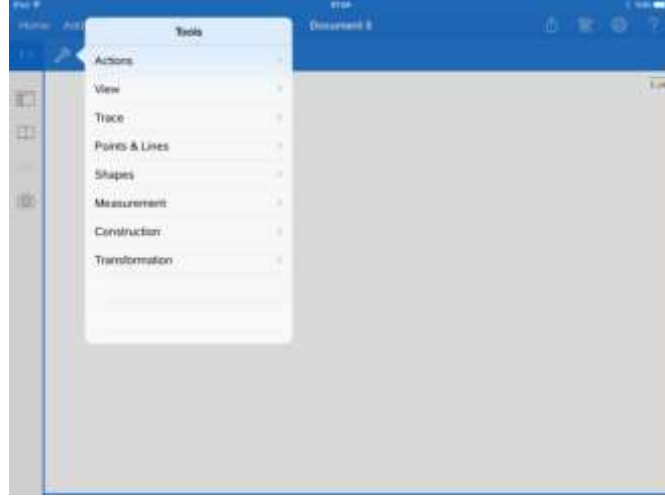
**Şekil 2.6.** Notes Uygulamasına Ait Çalışma Sayfası Ekran Görüntüsü

Bu süreci takip eden ikinci hafta da ise yine bir hafta süresince toplam beş saat olmak üzere TI\_Nspire CAS yazılımı içerisinde bulunan geometri uygulamasını (Cabri-Geometri) tanıtmak amacıyla etkinlikler uygulanmıştır. Menülerin tanıtılmasında yapılan işlemlerde hedeflenen amaç öğretim deneyi etkinlik uygulamaları süresince kullanılacak olan araçların özelliklerini tanıtmaktır. Uygulanan etkinliklerin amacı ve yapılan işlemler tablo 2.4’de özetlenmiştir.

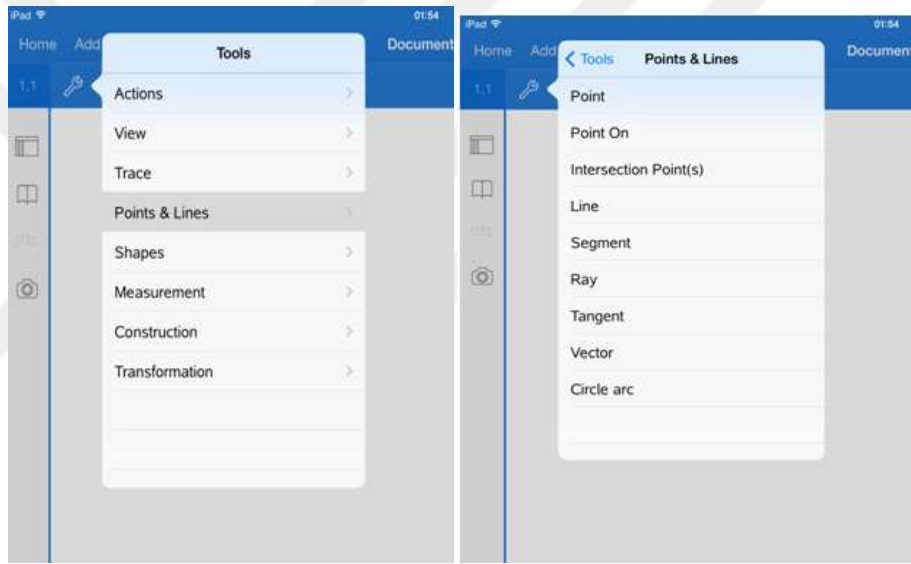
**Tablo 2.4.** Cabri-Geometri Tanıtım Etkinlikleri

	Etkinlik amacı	Yapılan işlemler
1.Ders (40’)	“Points & Lines” menüsünün tanıtılması	Nokta belirleme, doğru çizme, doğru parçası çizme, doğruların kesişim noktasını oluşturma
2.Ders (40’)	“Shapes” menüsünün tanıtılması	Çember çizme, üçgen çizme, dikdörtgen çizme, dörtgen çizme, düzgün dörtgen çizme
3.Ders (40’)	“Measurement” menüsünün tanıtılması	Doğru parçasının uzunluğunu ölçme, dörtgenin kenar uzunluğunu ölçme, dörtgenin çevre uzunluğunu ölçme, dörtgenin iç açılarını ölçme, dörtgenin alanını ölçme
4.Ders (40’)	“Construction” menüsünün tanıtılması	Bir doğruya dik doğru çizme, bir doğruya paralel doğru çizme, bir doğru parçasının orta dikmesini çizme, dörtgenin açıortaylarını çizme, bir doğru parçasının orta noktasını oluşturma
5.Ders (40’)	“Transformation” menüsünün tanıtılması	Bir doğrunun noktaya göre simetrisini alma, bir noktanın bir doğruya göre simetrisini alma, bir noktanın bir doğruya göre yansımalarını alma, dörtgeni bir nokta etrafında belirlenen açıya göre döndürme

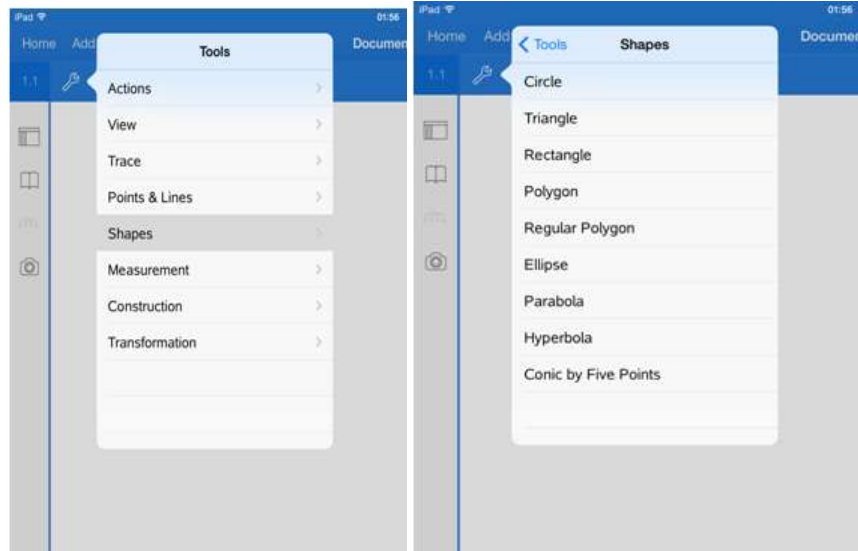
TI\_Nspire CAS yazılımının geometri uygulamasının tanıtılmasına yönelik uygulanan etkinliklerde her bir menünün içerdiği araçlar aşağıda ekran görüntüleriyle birlikte verilmiştir.



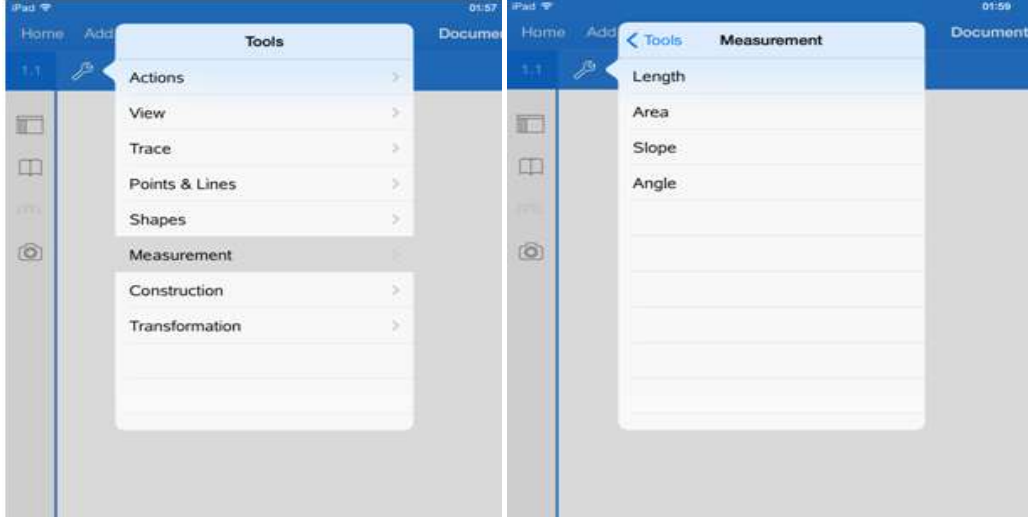
Şekil 2.7. TI\_Nspire CAS Geometri Uygulamasına Ait Menüler



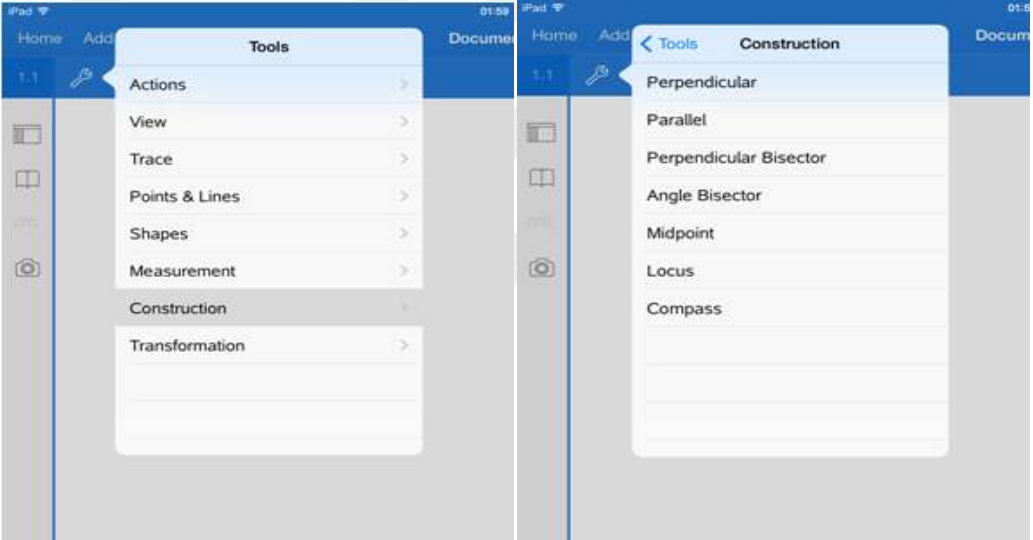
Şekil 2.8. Points & Lines Menüsü İçindeki Araçlar



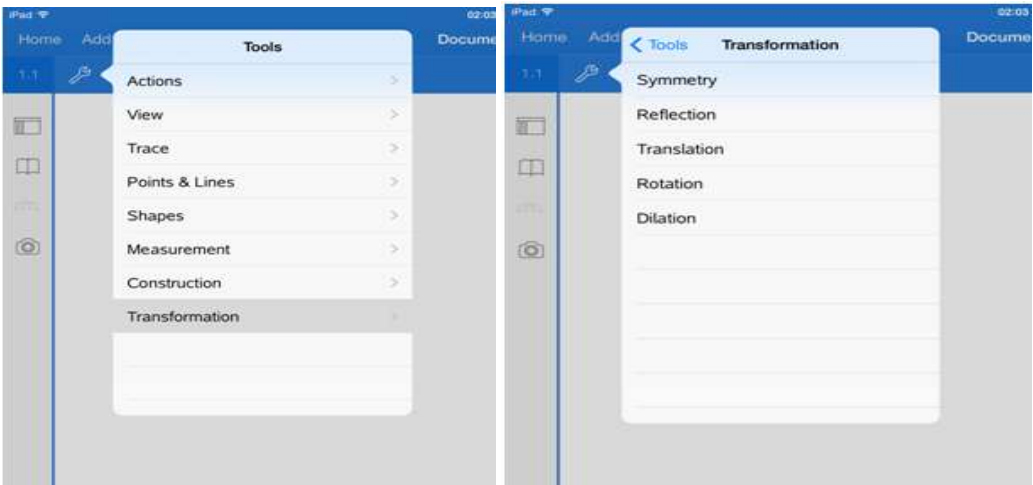
Şekil 2.9. Shapes Menüsü İçindeki Araçlar



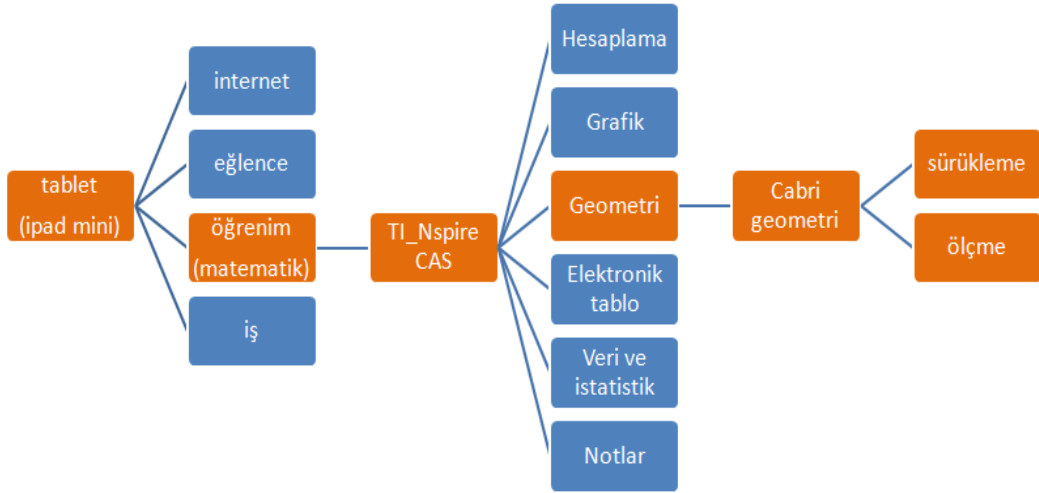
Şekil 2.10. Measurement Menüsi İçindeki Araçlar



Şekil 2.11. Construction Menüsi İçindeki Araçlar



Şekil 2.12. Transformation Menüsi İçindeki Araçlar



**Şekil 2.13.** *Uygulama Sürecinde Kullanılan Teknolojik Araçlar*

Şekil 2.13 yapılan bu çalışmada kullanılan teknolojik araçları özetlemektedir. Her bir öğrenci uygulama sürecinde araştırma kapsamında verilen bir tablet bilgisayar (ipad mini) ile çalışmıştır. Öğrenciler her bir öğretim deneyinde aynı tablet ile çalışmış ve etkinlik dosyalarını uygulamayı yaptıkları kendi tabletlerinin içerisine kaydetmişlerdir. Çalışmada kullanılan matematik yazılımı olan TI\_Nspire CAS tabletlerin içerisine araştırmacı tarafından uygulama sürecinden önce yüklenmiştir. TI\_Nspire CAS tablet uygulamasının içerisinde bulunan geometri uygulaması ile çalışma gerçekleştirilmiştir. TI\_Nspire CAS yazılımı içerisinde geometri uygulaması olarak Cabri Geometri kullanılmaktadır. Öğretim deneylerinde çalışma kapsamında hazırlanan bütün etkinliklerin uygulaması Cabri Geometri ortamında gerçekleştirilmiştir. Cabri Geometri yazılımı içerisinde de araştırmanın amaçları doğrultusunda sürükleme ve ölçme araçlarının kullanımına odaklanılmıştır.

Araştırmacı uygulama süreci başlamadan önce TI\_Nspire CAS tablet uygulamasının İngilizce olan menülerinin Türkçe karşılıklarının yer aldığı bir yardımcı el notu hazırlamış (Bkz. Ek 4) ve her bir öğrencinin kullanacağı tabletlerin koruma kılıfının iç yüzüne yapıştırmıştır. Böylece öğrencilerin dil nedeniyle karşılaşılabilecekleri engeller ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Yapılan öğretim deneyinde uygulanan ilk üç etkinlik giriş etkinlikleri olarak uygulanmıştır. Bu etkinlikler tasarlanırken katılımcıların tablete ve dinamik geometri ara yüzüne alışmaları ve dinamik geometri yazılımının menülerini tanımaları amaçlandığından daha fazla yönerge içermektedirler. Sonraki beş etkinlik ise süreç

etkinlikleri olarak uygulanmıştır. Süreç etkinlikleri tasarlanırken dinamik geometri ortamında ölçme ve sürükleme menülerini kullanmaları amaçlandığından daha az yönerge içermektedir. Süreç etkinlikleri içerisinde yer alan 6, 7 ve 8.etkinliklerde literatürde yer alan ve geometri öğrenme alanında ispat çalışmalarında sıklıkla kullanılan Varignon Dörtgenleri kullanılmıştır. Etkinlik uygulamalarında öğrenciler için süre kısıtlanmamış ve bütün öğrenciler etkinliği tamamladığında uygulama süreci sonlandırılmıştır. Sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümantal gelişimi öğrenci bazında bireysel incelendiği için öğrencilerin çalışma hızlarına göre etkinliği tamamlama süreleri ön koşul olarak alınmayıp gelişim sürecine yönelik önemli bilgi vereceğinden zaman kısıtlaması yapılmamıştır. Öğretim deneyine katılan öğrencilerle yapılan çalışma sınıftan bağımsız olarak yapıldığından etkinlik uygulamaları hafta içleri okul saatleri dışında gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin öğretim deneyi sürecinde etkinlik uygulamalarını tamamlama süreleri tablo 2.5’de verilmiştir.

**Tablo 2.5.** *Katılımcıların Etkinlik Uygulamalarını Tamamlama Süreleri*

Etkinlik	İrem	Ahmet	Gamze	Simay	Hatice	Mehmet	Aleyna	Merve	Osman
1	23’ 32’’	27’ 38’’	25’ 57’’	29’ 31’’	32’ 17’’	34’ 44’’	36’ 24’’	43’ 02’’	41’ 36’’
2	19’ 32’’	24’ 19’’	20’ 16’’	26’ 56’’	30’ 42’’	32’ 54’’	33’ 19’’	39’ 41’’	40’ 23’’
3	17’ 06’’	18’ 55’’	15’ 22’’	22’ 13’’	26’ 33’’	30’ 43’’	32’ 06’’	40’ 25’’	39’ 13’’
4	15’ 26’’	18’ 43’’	16’ 15’’	23’ 28’’	27’ 54’’	30’ 50’’	30’ 14’’	37’ 43’’	36’ 37’’
5	25’ 45’’	28’ 34’’	20’ 38’’	27’ 02’’	31’ 12’’	34’ 46’’	32’ 29’’	46’ 17’’	39’ 24’’
6	24’ 52’’	25’ 48’’	23’ 41’’	26’ 11’’	29’ 51’’	31’ 23’’	29’ 43’’	42’ 34’’	38’ 22’’
7	18’ 04’’	21’ 32’’	19’ 28’’	23’ 39’’	26’ 08’’	29’ 14’’	27’ 16’’	33’ 21’’	34’ 38’’
8	12’ 45’’	17’ 52’’	15’ 37’’	19’ 34’’	21’ 26’’	24’ 37’’	25’ 45’’	29’ 53’’	30’ 42’’

## 2.7. Verilerin Analizi

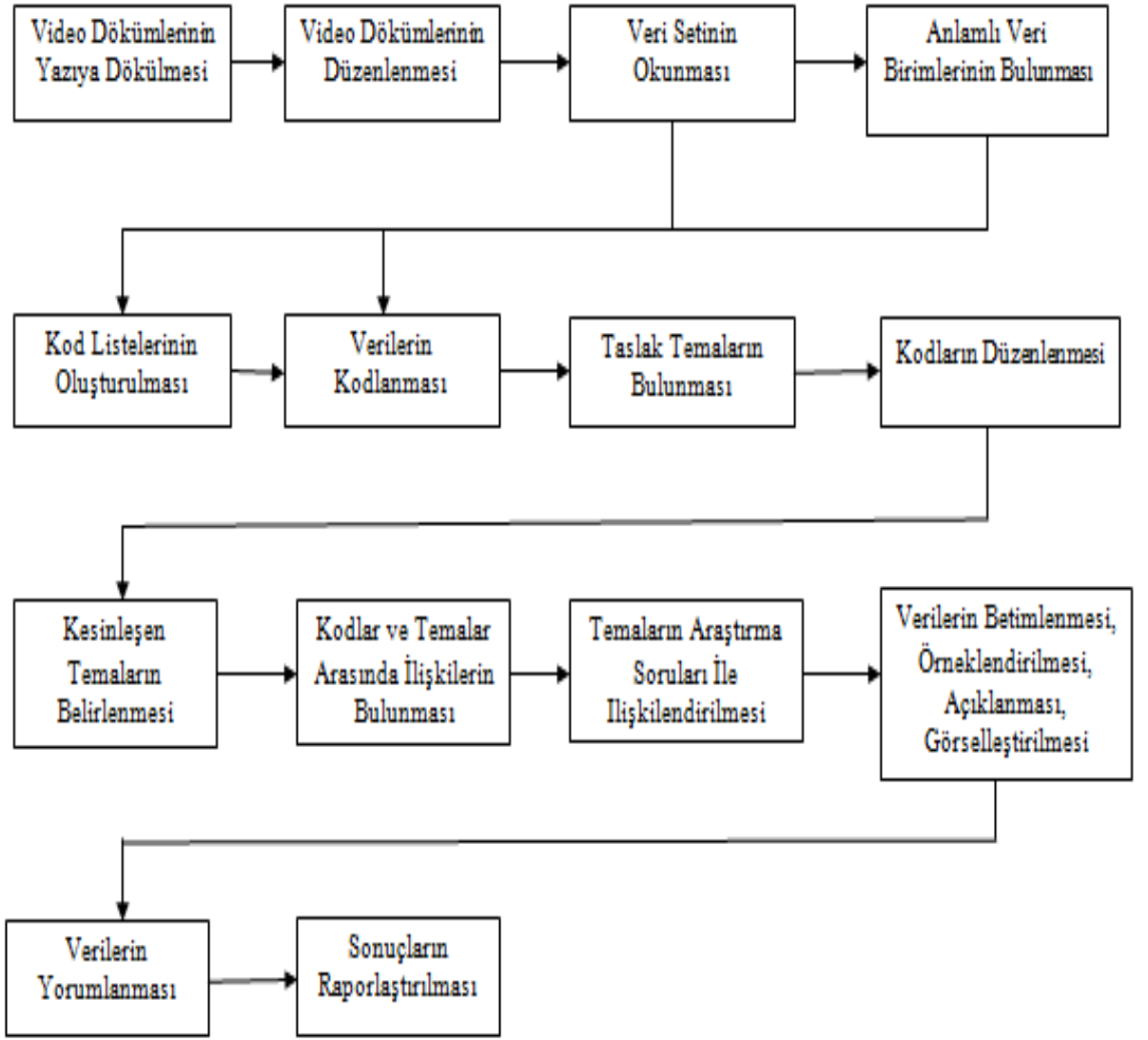
Öğretim deneyinde, öğretim süreci sırasında araştırmacının, öğrencileri öğrenmenin sağlanması amacıyla yönlendirerek sürecin düzenlediği sürekli analiz ve öğretim deneylerinin tamamından elde edilen verilerle matematiksel gelişimin açıklandığı geriye dönük analiz yapılabilmektedir (Simon, 2000). Ayrıca nitel çalışmalarda betimsel analiz ve içerik analizi olmak üzere iki veri analizi yapılabilmektedir (Strauss ve Corbin, 1990; akt: Yıldırım ve Şimşek, 2006). Betimsel analizde elde edilen veriler betimlenerek yorumlanır ve neden-sonuç ilişkileriyle birlikte

sonuçlara ulaşıldıktan sonra oluşturulan temalar ilişkilendirilerek anlamlandırılır. Toplanan verileri açıklayacak kavramlara ve ilişkilere ulaşmanın amaçlandığı içerik analizinde ise toplanan veriler önce kavramsallaştırılır, ortaya çıkan kavramlar düzenlenir ve sonunda veriyi açıklayan temalar saptanır.

Yapılan bu çalışmada öğretim deneyinin geriye dönük analiz süreci için katılımcıların dinamik geometri ortamında kullandıkları sürükleme ve ölçme araçlarını enstrümana dönüştürme süreçlerini ortaya çıkarmak amacıyla öğretim deneylerinde süreç etkinlikleri olarak tasarlanan etkinliklere (etkinlik 4-5-6-7-8) ait dokuz öğrencinin video dökümleri yapıldıktan sonra içerik analizi yöntemiyle detaylı olarak analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra öğretim deneylerinde sürece yönelik alınan gözlem notları ve öğrencilerle uygulama öncesinde ve sonrasında yapılan görüşmeler de analiz edilerek bulguların geçerlik ve güvenilirliği desteklenmiştir.

Öğretim deneyi uygulama süreçlerine ait öğrencilerin kayıt edilen ekran hareketlerinin detaylı dökümleri yapılarak yazıya dökülmüştür. Yazıya dökülen veriler düzenlendikten sonra veri seti oluşturulmuş ve veri anlamlı birimlere ayrılmıştır. Bu birimlere ilişkin kod listesi oluşturulduktan sonra bu kodlar arasındaki ilişkiler dikkate alınarak verilerin kodlanması gerçekleştirilmiştir. Kodlar arasındaki ilişkilere bakılarak taslak temalar bulunmuş ardından kodlar düzenlenerek kesinleşen temalar belirlenmiştir. Kodlar ve temalar arasındaki ilişkilere bakılarak temalar araştırma soruları ile ilişkilendirilmiştir. Veriler açıklanarak, örneklendirilerek, alıntılar yapılarak, görselleştirilerek betimlenmiş ve verilerin yorumlanması ile birlikte sonuçlara ulaşılmıştır. Veri analizi sürecinde takip edilen bu aşamalar şekil 2.14’de gösterilmiştir.





Şekil 2.14. Veri Analizinde İzlenen Aşamalar

## 2.8. Verilerin Geçerlik ve Güvenirliği

Nitel araştırmalarda araştırmanın niteliğini artırarak geçerlik ve güvenirliliğini sağlamak amacıyla inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlık ve teyit edilebilirlik gibi stratejiler kullanılabilir (Lincoln ve Guba, 1985; akt. Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırmanın geçerlik ve güvenirliliğinin sağlanabilmesi için uygulanan stratejiler ve kullanılan yöntemler tablo 2.6'da özetlenmiştir.

**Tablo 2.6. Geçerlik ve Güvenirliğin Sağlanmasında Kullanılan Yöntemler**

<b>Uygulanan strateji</b>	<b>Kullanılan yöntem</b>
İnandırıcılık	<p>Araştırmacı, katılımcı, gözlenen ortam, görüşme, video ve ses kayıtları gibi veri kaynakları ile uzun süreli bir etkileşim içinde yer almıştır.</p> <p>Elde edilen sonuçlar birbiriyle karşılaştırılmış, yorumlanmış, kavramsallaştırılmış ve sonucunda bazı örüntüler ortaya çıkarılmıştır.</p> <p>Görüşme, gözlem, video ve ses kaydı gibi farklı veri toplama yöntemleri kullanılarak veri çeşitlemesi yapılmış ve verilerin birbirini teyit etmesi sağlanmıştır.</p> <p>Araştırmacı araştırma deseni, verilerin toplanması, analizi ve yorumlanarak sonuçların yazılmasına ilişkin bütün verileri bir uzmana göstermiştir. Uzman araştırma sürecini bu verilere göre inceleyip geri bildirimlerde bulunmuştur. Araştırmacı edindiği uzman görüşü sonrasında kendi yaklaşımını kontrol etme olanağı bulmuştur.</p>
Aktarılabirlik	<p>Araştırmacı elde ettiği ham verileri kavram ve temalara göre düzenleyerek ve verinin doğasına sadık kalarak kendi yorumunu katmadan aktarmıştır.</p> <p>Araştırmacı olay ve olguları ve bunların değişkenlik gösterdiği özellikleri ortaya koyma amacıyla amaçlı örnekleme yönteminin kullanmıştır.</p> <p>Sonuçlar açık ve ayrıntılı bir biçimde raporlaştırılmıştır.</p>
Tutarlık	<p>Toplanan veriler betimsel bir yaklaşımla doğrudan sunulmuştur.</p> <p>Verilerin analizinde bir başka araştırmacıdan teyit alınmıştır.</p> <p>Araştırmacı araştırmaya dışarıdan bir gözle bakmak ve turtalı davranılıp davranılmadığını ortaya koymak için verilerin benzer koşullarda toplanıp toplanmadığına, verilerin kodlanması ve temaların oluşturulması yaklaşımındaki tutarlığa ve verilerin sonuçlarla ilişkilerinin kurulmasına bakarak tutarlık incelemesi yapmıştır.</p>
Teyit edilebilirlik	<p>Araştırmacı tüm veri toplama araçlarını, ham verilerini, kodlama ve temaları, video dökümlerini görüşme dökümlerini ve gözlem notlarını dışarıdan bir uzmanın ham verilere göre yorumların ve önerilerin teyit edilip edilmediğine bakabilme ihtimaline karşılık saklamıştır.</p> <p>Araştırmacı araştırma sürecindeki kendi konumunu ve süreçte ne tür roller üstlendiğini açık bir şekilde ortaya koymuştur.</p> <p>Katılımcılar açık bir biçimde tanımlanmıştır.</p> <p>Verilerin elde edildiği araştırma ortamı açık bir biçimde tanımlanmıştır.</p> <p>Verilerin analizinde kullanılan kavramsal çerçeve tanımlanmıştır.</p> <p>Veri toplama ve analiz yöntemleri ile ilgili ayrıntılı açıklamalar yapılmıştır.</p>

### 3. ETKİNLİK ÖN ANALİZLERİ

Bu bölümde uygulama sırasında kullanılan etkinliklerin tanıtımı ve detaylı ön analizlerine yer verilmektedir. Ön analizlerde etkinliklerin matematiksel kazanımları, kullanılabilir artefactlar potansiyelleri ve sınırlılıkları açısından tanıtılmakta, öğrencilerin etkinlikteki söz konusu görevleri yerine getirmek için başvurabilecekleri teknikler ele alınmaktadır.

Enstrümantal oluşum sürecinin gözlenmesine yönelik hazırlanan etkinlikler kendi içinde bir sıra takip etmekte ve iki gruba ayrılmaktadır. Kullanılan ilk üç etkinlik giriş etkinlikleri olarak ele alınmıştır. Bu etkinliklerdeki ortak amaç öğrencilerin tablete, TI\_Nspire Cabri-Geometri ara yüzüne ve kullanacakları menülere (özellikle sürükleme ve ölçme) alışmalarını sağlamaktır. Bu nedenle etkinliklerde öğrencilere daha fazla yönerge verilerek istenilen menülere gitmeleri hedeflenmiş ve böylece bu menüleri tanıyarak nasıl kullanacaklarını öğrenmeleri sağlanmıştır.

Giriş etkinliklerinden sonraki beş etkinlik ise süreç etkinlikleri olarak adlandırılmıştır. Süreç etkinliklerinde öğrencilerin özellikle ölçme ve sürükleme menülerini kullanmaları amaçlanmıştır. Bu nedenle etkinliklerde kasıtlı olarak ölçme ve sürükleme menülerini kullanmalarına ihtiyaç duyacakları görevlere yer verilmiştir. Bununla birlikte etkinlikteki yönergeler azaltılmış ve öğrencilerin kendi kendilerine ölçme ve sürükleme menülerini kullanarak keşfetmelerine olanak sağlanmıştır.

Aşağıda tablo 3.1’de araştırma boyunca kullanılan etkinlikler isimleri ve özellikleri ile birlikte verilmiştir.

**Tablo 3.1.** *Etkinlik İsimleri ve Özellikleri*

	<b>Etkinlikler</b>	<b>Etkinlik Özellikleri</b>
<b>Giriş Etkinlikleri</b>	Orta dikme oluşturuyorum Doğruya göre yansıtıyorum Yansıyan üçgenler	Çok yönergeli, tablete ve ara yüze alışma ve menüleri tanıma amaçlı
<b>Süreç Etkinlikleri</b>	Noktaya göre simetri oluşturuyorum Hangisi kare? Orta nokta varignon dörtgenim Orta dikme varignon dörtgenim 8) Açortay varignon dörtgenim	Az yönergeli, ölçme ve sürükleme menülerini kullanma amaçlı

### 3.1. Giriş Etkinlikleri

Öğrencilerin kullanılan araçlara (tablet, TI-Nspire, dinamik geometri yazılımı) alışması ve uyum sağlaması için giriş etkinliklerinde amaçlı olarak öğrencilere fazla yönerge verilmiştir. Bu yönergelerle birlikte öğrencilerin kullanılan dinamik geometri ortamının (Cabri Geometri) çeşitli menülerini kullanmalarına olanak sağlanarak menüleri tanımaları istenmiştir.

#### 3.1.1. Etkinlik 1: Orta dikme oluşturuyorum

Aşağıda tablo 3.2 'de birinci etkinliğe ait etkinlik kağıdı verilmiştir.

**Tablo 3.2.** *Orta Dikme Oluşturuyorum Etkinlik Kağıdı*

- ❖ Bir AB doğru parçası oluşturunuz.
- ❖ Merkezi A ve yarıçapı AB doğru parçası olan çemberi çiziniz.
- ❖ Merkezi B ve yarıçapı BA doğru parçası olan çemberi çiziniz.
- ❖ Çemberlerin kesişim noktalarına C ve D isimlerini veriniz.
- ❖ C ve D noktalarını birleştirerek CD doğrusunu oluşturunuz.
- ❖ A ve B noktalarını sürükleyerek değişimi gözlemleyiniz.
- ❖ AC, BC, AD ve BD uzaklıkları hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız
- ❖ AB doğru parçası ve CD doğrusunun kesişim noktasına E ismini veriniz.
- ❖ E noktasının özelliğini inceleyiniz ve gözlem sonuçlarınızı açıklayınız.
- ❖ CD doğrusunun AB doğru parçasının orta dikmesi olup olmadığını araştırınız.
- ❖ Çemberleri gizleyiniz.
- ❖ CD doğrusunun üzerinde ( C'nin ilerisinde) bir F noktası işaretleyiniz.
- ❖ FA ve FB doğru parçalarını çiziniz.
- ❖ FA ve FB doğru parçalarının uzunlukları hakkında ne söylenebilir? Uzunlukları ölçersek tahmininiz ile karşılaştırınız.
- ❖ F noktasını aşağı yukarı sürükleyiniz ve orta dikme üzerindeki doğru parçalarının değişimini gözlemleyiniz. Gözlem sonuçlarınızı yazınız.

Bu etkinlikte doğru parçası oluşturma, çember çizme, kesişim noktası belirleme, bir nokta belirleme gibi menülerin ve sürükleme, ölçme gibi araçların kullanımı söz konusudur. Bu etkinliğin içeriğinde yer alan menü ve araçlar bundan sonraki tüm etkinlikler için temel oluşturduğundan önemli bir giriş etkinliğidir.

Öğrencilerden A ve B noktalarını sürüklerken çemberlerin yarıçap uzunluklarını büyütüp küçültmeleri, doğru parçasının uzunluğunu artırıp azaltmaları beklenmektedir.

Sürüklemeyi bu şekilde yapan bir öğrenci AC ile BC uzaklıklarının birbirine eşit, AD ile BD uzaklıklarının birbirine eşit olduğunu gözlemlemelidir. Eşitliği söylemek için noktalar arasındaki uzaklıklar için dinamik ortamın ölçme menüsü kullanılabilir. Bununla birlikte öğrencilerin öncelikli olarak uzunlukla ilgili görsel algılarını kullanabilecekleri düşünülmektedir.

E noktasının özelliğini incelemek için öğrencilerden E noktasını sürüklemeleri beklenmektedir. E noktasını sürüklemeye çalışan öğrenciler E noktasının sabit bir nokta ve bağımlı bir değişken olduğunu ve kendi başına sürüklenemediğini fark edeceklerdir. Ayrıca E noktasında AB ve CD doğru parçalarının dik kesiştiklerini ve E noktasında oluşan açının 90 derece olduğunu belirtmeleri istenmektedir. Bunun için de öğrencilerden sürüklemenin yanı sıra ölçme aracını kullanmaları beklenmektedir. E noktasının doğru parçalarının orta noktası olduğunu keşfetmek için de doğru parçalarının uç noktalarına olan uzaklıklarının eşit olduğu sonucuna ölçme aracını kullanarak varmaları istenmektedir.

Orta dikme üzerinde alınan F noktasının doğru parçasının uç noktalarına olan uzaklıklarının eşit olduğu sonucunu ölçme aracını kullanarak elde edebilirler. Ayrıca sürükleme aracı ile de bu noktanın konumu değişse bile uç noktalara olan uzaklığının değişmeyeceğini keşfetmeleri etkinliğin nihai amaçlarındandır.

### 3.1.2. Etkinlik 2: Doğruya göre yansıtıyorum

Aşağıda tablo 3.3 'de ikinci etkinliğe ait etkinlik kağıdı verilmiştir.

**Tablo 3.3.** *Doğruya Göre Yansıtıyorum Etkinlik Kağıdı*

- ❖ Bir d doğrusu ve doğrunun üzerinde olmayan bir A noktası oluşturun.
- ❖ A noktasının d doğrusuna göre yansımaları alın ve bu noktayı B olarak isimlendiriniz.
- ❖ A noktasını ve d doğrusunu hareket ettiriniz.
- ❖ B noktasını hareket ettirebiliyor musunuz? Açıklamanızı yazınız
- ❖ A ve B noktalarının üst üste gelmeleri için A noktasının nerede olması gerekir? Açıklamanızı yazınız.
- ❖ A ve B noktalarından geçen AB doğrusunu oluşturunuz.
- ❖ AB doğrusu ile d doğrusu için ne söylenebilir? Açıklamanızı yazınız.
- ❖ A ve B noktalarının orta noktasını oluşturunuz. Ne gözlemliyorsunuz? Açıklamanızı yazınız
- ❖ AB ve d doğruları üzerinde olmayan bir M noktası oluşturunuz.
- ❖ M noktasının d doğrusuna göre yansımaları " yansıma" aracını kullanmadan oluşturunuz. Çizimi yapmak için hangi araçları kullandığınızı sırasıyla yazınız.

Bu etkinlikte doğru çizme, yansıma alma, orta nokta oluşturma gibi menülerin ve sürükleme, ölçme gibi araçların kullanımı söz konusudur.

D doğrusu oluşturulduktan sonra bu doğru üzerinde alınan bir A noktasını sürükleyen öğrencilerin bu sürüklemeyi aşağı yukarı ve sağ sol yönlerinde yapmaları beklenmektedir. Yansıma aracı kullanılarak A noktasının yansıması ile B noktası oluşturulabilir. Etkinliğin bu kısmında A noktası ve B noktası arasındaki ilişkiyi tanımlamak için A noktası ile birlikte B noktasının da aynı şekilde sürüklendiğini yani A'ya bağlı olarak sürüklendiğini fakat B noktasının tek başına sürüklenemediğini gözlemlenmeleri gerekmektedir. A ve B noktalarının üst üste gelmesi için A noktasını amaçlı olarak sürüklemeleri ve B noktası ile üst üste getirmeleri gerekmektedir. Bu durumun da d doğrusu üzerinde gerçekleşeceğini gözlemlenmelidirler.

Oluşturulan AB doğrusu ve d doğrusu hakkında öğrencilerden iki doğrunun birbirine göre dik olduğunu saptamaları beklenmektedir. Bunun için de öğrencilerin d doğrusunu sürükleyerek ve doğrular arasındaki açıyı ölçmeleri gerekmektedir. Bir sonraki adımda ise öğrencilerin A ve B noktalarının orta noktasının, d doğrusu ile kesiştiği nokta olduğunu ve sonuç olarak da bu doğrunun yansıma doğrusu olduğunu, A ve B noktalarının doğruya olan uzaklıklarının ölçme aracı kullanılarak elde edilen eşitlikten çıkarsamaları gerekmektedir.

Yansıma aracını kullanmadan yapılacak yansıma için M noktasından d doğrusuna bir dik doğru çizmek, çizilen bu dik doğru ile d doğrusunun kesişim noktasını bulmak, bu kesişim noktasını merkez kabul eden ve M noktasından geçen bir çember çizmek gereklidir. Çizilen bu çemberin dik doğruyu kesen diğer noktası, M noktasının d doğrusuna göre yansıması altındaki görüntüsünü oluşturmaktadır.

### 3.1.3. Etkinlik 3: Yansıyan üçgenler

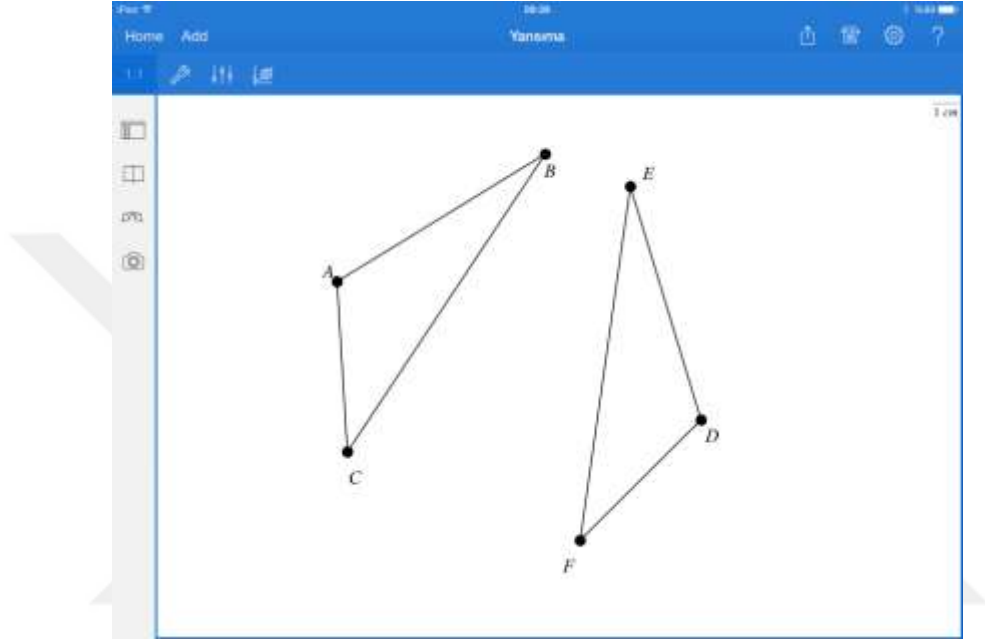
Aşağıda tablo 3.4 'de üçüncü etkinliğe ait etkinlik kağıdı verilmiştir.

**Tablo 3.4.** *Yansıyan Üçgenler Etkinlik Kağıdı*

- ❖ İki üçgen isimli belgeyi açınız.
- ❖ Ekranda ABC ve DEF üçgenleri görülmektedir. A, B, C noktalarını sırasıyla hareket ettiriniz, D, E, F noktalarının nasıl hareket ettiğini gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi yazınız.
- ❖ ABC ve DEF üçgenleri silinmiş bir d doğrusuna göre birbirinin yansımasıdır. Silinmiş olan bu doğruyu çiziniz. Çizim yönteminizi anlatınız.

Bu etkinlikte orta nokta bulma, dik doğru çizme, bir doğru çizme gibi menülerin ve sürükleme ve ölçme gibi araçların kullanımı söz konusudur. Öğrencilerin etkinlik sürecinde bahsedilen bu menü ve araçları kullanarak inceleme ve gözlem yoluyla elde ettikleri bilgiler ışığında keşif yapmaları beklenmektedir.

Aşağıda Şekil 3.1 'de üçüncü etkinliğin hazır olarak verilen çalışma sayfasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 3.1.** Etkinlik 3 Çalışma Sayfasına Ait Ekran Görüntüsü

A noktası sürüklendiğinde D noktası, B noktası sürüklendiğinde E noktası, C noktası sürüklendiğinde ise F noktası aynı şekilde hareket etmektedir. Öğrencilerin karşılıklı olarak bu noktalar arasında bir ilişkinin söz konusu olduğunu fark etmeleri, bu ilişkiyi açıklamak için de bu noktaların birbirinin yansıması olduğu sonucuna varmaları beklenmektedir.

Daha sonra ise silinmiş olan yansıma doğrusunu çizmek için öğrencilerin bu doğrunun ilişkili noktalara eşit uzaklıkta olduğu bilgisine dayanarak bir çizim yöntemi geliştirmeleri beklenmektedir. Bunlardan biri öğrencilerin A, B, C noktalarından sırasıyla yansımaları olan D, E, F noktalarına dik doğrular çizmeleri, bu dik doğrular üzerindeki iki noktanın (A ve D gibi) orta noktalarını bularak, orta noktaları birleştiren doğruyu çizmeleridir. Bir diğer beklenen öğrenci çözümü ise dik doğrular oluşturulmadan doğrudan yansıtılan noktaların (A ve D gibi) orta noktalarını bularak bu noktalardan geçen doğruyu çizmeleri şeklindedir.

### 3.2. Süreç Etkinlikleri

Giriş etkinlikleri ile yazılıma ve menülere alışan öğrencilerin süreç etkinliklerinde sürükleme ve ölçme araçlarını kullanmaları hedeflenmiştir. Bu amaçla tasarlanan etkinlikler öğrencilerin sürükleme ve ölçme araçlarını kullanabilmelerini sağlayacak niteliktedir. Süreç etkinliklerinde öğrencilere daha az yönerge verilerek menü kullanımlarında serbest bırakılmışlardır.

#### 3.2.1. Etkinlik 4: Noktaya göre simetri oluşturuyorum

Aşağıda tablo 3.5 'de dördüncü etkinliğe ait etkinlik kağıdı verilmiştir.

**Tablo 3.5.** *Noktaya Göre Simetri Oluşturuyorum Etkinlik Kağıdı*

- ❖ Bir dörtgen oluşturunuz ve köşe noktalarına A, B, C, D isimlerini veriniz.
- ❖ Bu dörtgenin dış bölgesinde olacak şekilde bir M noktası oluşturunuz.
- ❖ ABCD dörtgeninin M noktasına göre simetrisini oluşturunuz.
- ❖ A köşe noktasının görüntüsünü nasıl tanıyabiliriz? Düşüncenizi yazınız.
  
- ❖ A noktasının görüntüsünü bulup E noktası olarak isimlendiriniz.
- ❖ B noktasının görüntüsünü bulup F noktası olarak isimlendiriniz.
- ❖ C noktasının görüntüsünü bulup G noktası olarak isimlendiriniz.
- ❖ D noktasının görüntüsünü bulup H noktası olarak isimlendiriniz.
- ❖ ABCD dörtgeni ile görüntüsünün üst üste gelmesi için şekli hareket ettiriniz. Elde ettiğiniz dörtgenin çeşidini belirleyerek yazınız.

Noktaya göre simetri dönüşümünde ABCD dörtgeninin kendi görüntüsüne eşit olması için hangi geometrik özelliklere sahip olması gerekir? Açıklayınız.

Etkinlik artefact boyutundan ele alındığında öğrencilerin polygon aracı ya da segment aracı gibi ilgili menüleri kullanarak dörtgen oluşturma, label aracı ile köşe noktalarına isim verme, point aracı ile nokta oluşturma ve symmetry aracı ile simetri almaları gerekmektedir. Bunların yanı sıra sürükleme ve ölçme (uzunluk-açı) araçlarının kullanımıyla gözlem yaparak varsayım oluşturmaları, incelemeleri ve varsayımlarını test etme/doğrulamaları beklenmektedir.

Etkinlik matematiksel boyutundan ele alındığında öğrencilerin ön bilgilerine mevcut olan noktaya göre simetri kavram ve tanımını, dörtgenlerin tanım ve özelliklerini (kenar uzunluğu-açı-köşegen-alan-çevre), doğru parçası, çokgen, açı ve kenar tanımlarını pekiştirmeleri hedeflenmektedir.



Etkinliğin matematiksel sürecinde ise öğrencilerin gözlem yapma, keşfetme, inceleme, varsayım oluşturma, varsayımı doğrulama/test etme gibi becerileri gerçekleştirmeleri beklenmektedir.

Noktaya göre simetri dönüşümünü temel alan bu etkinliğin dinamik ortamdaki aşamalarında öğrencilerden beklenen ve gözlemlenebilecek olan olası bütün enstrümanlı teknikler aşağıda ifade edilmektedir. Yönergeler incelendiğinde etkinlik aşamalı olarak şu alt bölümlere ayrılmıştır:

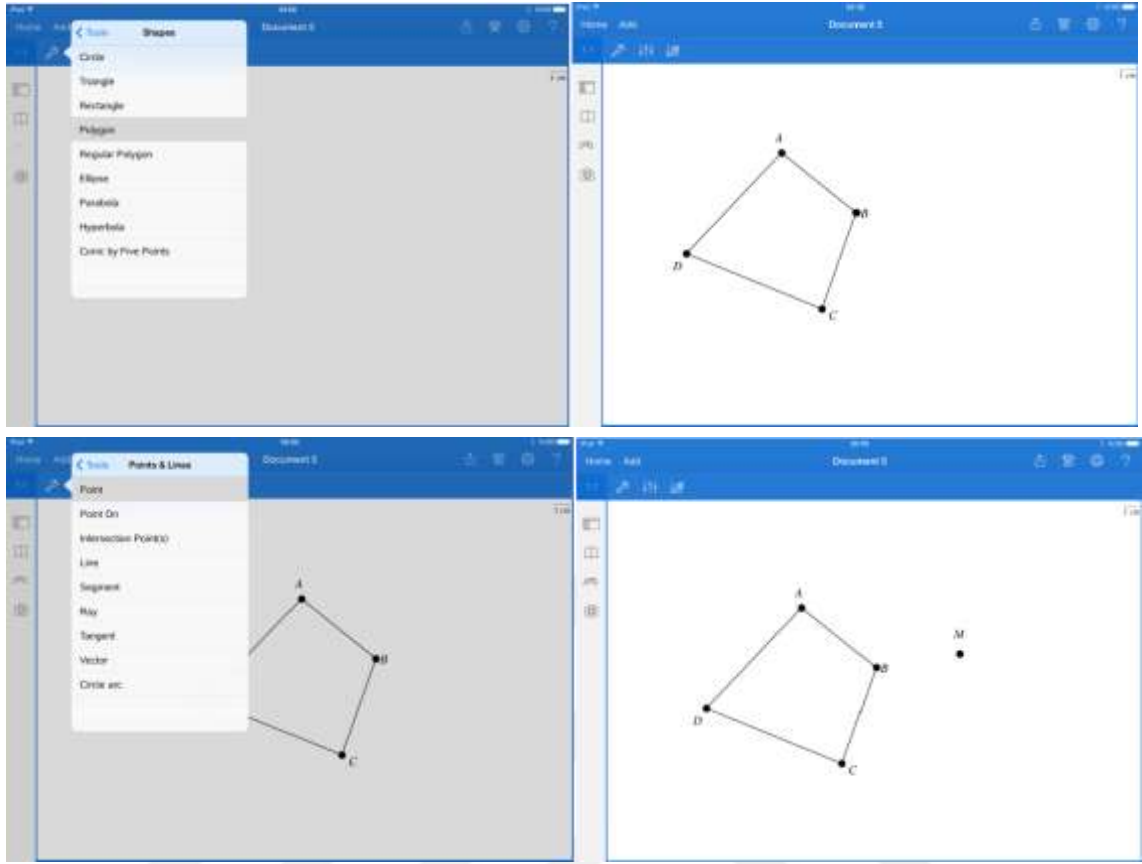
- Dörtgen oluşturma
- Dörtgenin simetrisini alma
- A köşe noktasının simetrisi altındaki görüntüsünü belirleme
- Dörtgen ile simetrisi altındaki görüntüsünü karşılaştırma
- Dörtgenin kendi görüntüsüne eşit olması için çeşidini belirleme

• **Dörtgen oluşturma:** Öğrencilerden bir dörtgen oluşturmaları istendiğinde bunun iki farklı teknik kullanılarak yapılabileceği görülmektedir:

1) Yazılımın “actions- points & lines- polygon” menülerini kullanarak ve dörtgen aracını seçerek herhangi bir dörtgen oluşturabilirler. Dörtgen aracı başka herhangi bir aracın kullanılmasına gerek kalmadan dörtgen oluşturmada tek başına kullanılabilir.

2) Yazılımın “actions-points & lines- segment” menülerini kullanarak ve doğru parçası aracını seçerek dörtgen oluşturabilirler. Ancak doğru parçası aracı tek başına dörtgen oluşturmada yeterli olan bir araç değildir. Öğrenciler öncelikle doğru parçası aracını ayrı ayrı dört defa kullanarak doğru parçalarını uç uca eklemelidirler. Daha sonra ise “actions- points & lines- polygon” menülerini kullanarak ve dörtgen aracıyla uç uca ekleyerek dörtgen görünümünü oluşturmuş oldukları doğru parçalarını dinamik ortamın özelliği gereği dörtgen olarak tanımlamaları gerekmektedir.

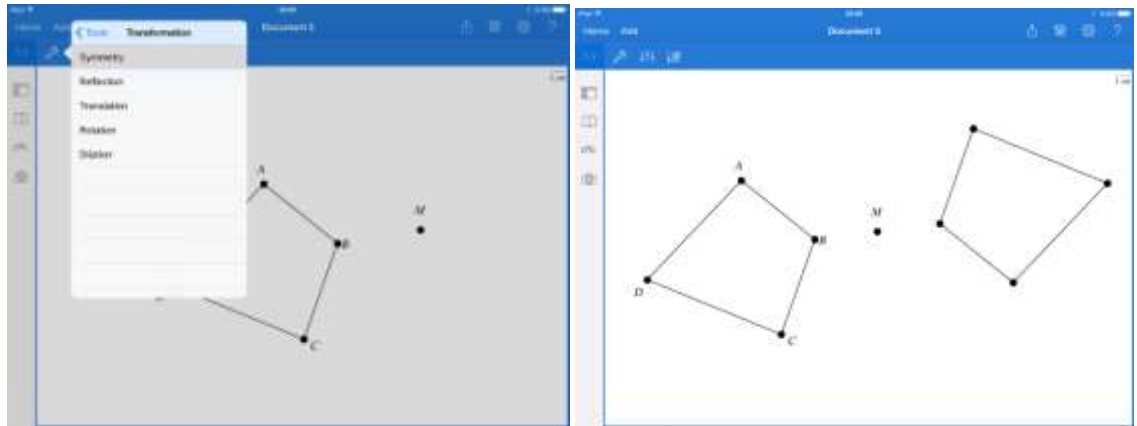
Aşağıda Şekil 3.2 'de herhangi bir dörtgen oluşturma ve bir nokta belirleme aşamalarına ait ekran görüntüleri verilmiştir.



Şekil 3.2. Dörtgen Oluşturma ve Nokta Belirlemeye Ait Ekran Görüntüleri

- **Dörtgenin simetrisini alma:** Oluşturulan dörtgenin belirlenen bir noktaya göre simetrisi alınırken öğrencilerin “actions- transformation-symmetry” menülerini kullanmaları ve dörtgenin bir noktaya göre simetrisini oluşturmaları beklenmektedir.

Aşağıda Şekil 3.3 'de dörtgenin bir noktaya göre simetrisini alma aşamasına ait ekran görüntüleri verilmiştir.



Şekil 3.3. Dörtgenin Bir Noktaya Göre Simetrisini Almaya Ait Ekran Görüntüleri

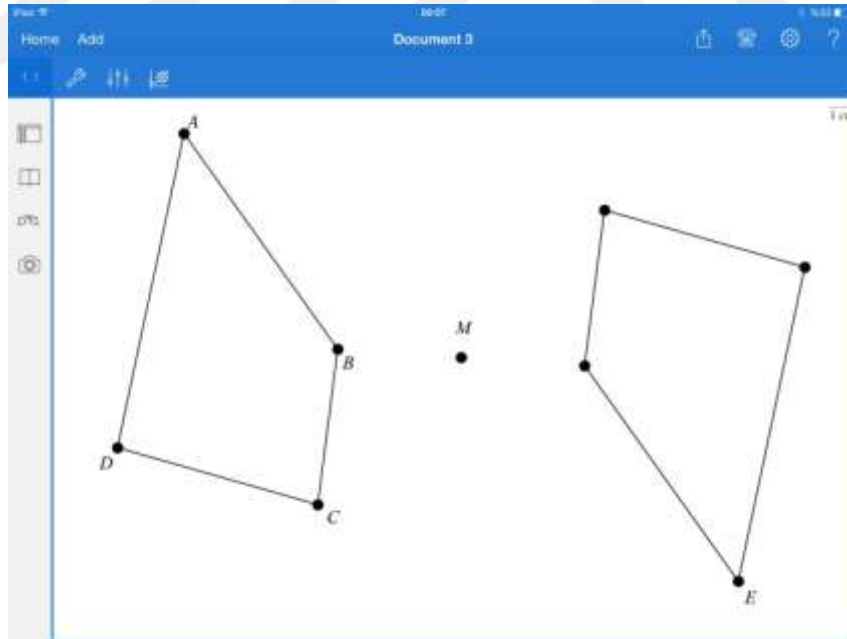
- **A köşe noktasının simetrisi altındaki görüntüsünü belirleme:** Öğrencilerden oluşturdukları dörtgenin simetrisini aldıktan sonra A köşe noktasının görüntüsünü belirlemeleri istendiğinde üç farklı enstrümanlı teknik kullanabilecekleri düşünülmektedir:

- 1) Öğrenciler ilk oluşturdukları dörtgenin ekrandaki görsel biçiminden yararlanarak A noktasının simetrisi altındaki görüntüsünü herhangi bir araç kullanımına ihtiyaç duymadan görsel algılarına göre belirleyebilirler.

- 2) A noktasının simetrisi altındaki görüntüsünü belirlemek için sürükleme aracını kullanarak A noktasını amaçlı olarak sürükleyebilirler. Bu sürükleme hareketi ile birlikte diğer dörtgende de hareket eden noktayı gözlemleyerek A noktasının görüntüsünü belirleyebilirler.

- 3) Öğrenciler dörtgenin simetrisi altındaki görüntüsünü rotation aracını kullanarak belirlenen nokta etrafında 180 derece döndürerek A noktası ile çakışan noktayı bulabilirler.

Aşağıda Şekil 3.4 'de A köşe noktasının görüntüsünü belirleme aşamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 3.4.** A Köşe Noktasının Görüntüsünü Belirlemeye Ait Ekran Görüntüsü

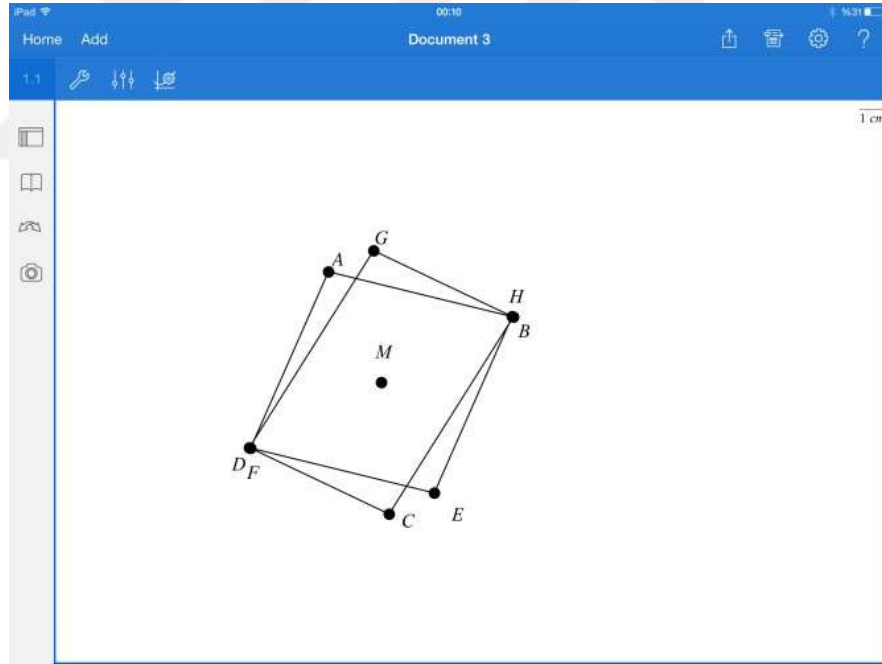
- **Dörtgen ile simetrisi altındaki görüntüsünü çakıştırma :** İlk oluşturulan dörtgen ile görüntüsünün üst üste gelebilmesi için öğrencilerin dörtgenleri sürüklemesi gerekmektedir. Sürükleme sonucunda eğer dörtgenlerin köşe noktaları üst üste gelmiyorsa sürükleme işlemine devam ederek şekilleri üst üste gelebilecek özelliklere

getirmelidirler. Böylelikle her dörtgen çeşidinde şekillerin üst üste gelebileceklerini fark etmeleri gerekmektedir. Öğrencilerden ilk oluşturdukları dörtgen ile görüntüsünün üst üste gelmesi için şekli hareket ettirmeleri istendiğinde iki farklı enstrümanlı tekniğin kullanılabilmesi düşünülmektedir:

1) Öğrenciler sürükleme aracını kullanırken dinamik ortamın özelliğinden yararlanarak dörtgeni herhangi bir kenarından tutarak bir bütün olarak sürükleyebilirler. Böylece sürükleme aracını bir defa kullanarak dörtgenleri üst üste getirebilirler.

2) Öğrenciler dörtgenin köşe noktalarını ayrı ayrı sürükleyerek dörtgenleri üst üste getirebilirler. Dörtgen bir bütün olarak değil de noktalar bazında sürüklendiğinde sürükleme aracı birden fazla kullanılmalıdır (en az dört defa).

Aşağıda Şekil 3.5’de dörtgenlerin üst üste getirilme aşamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 3.5. Dörtgenlerin Üst Üste Getirilmesine Ait Ekran Görüntüsü**

• **Dörtgenin kendi görüntüsüne eşit olması için çeşidini belirleme:** Öğrencilerden hangi çeşit dörtgenlerde şekillerin üst üste gelebileceklerini araştırmaya koyulmaları beklenmektedir. Dörtgenlerin köşe noktalarını sürükleyerek bazı özel dörtgenler elde edilmeli ve bunlar üst üste getirilmelidir. Örneğin paralelkenar, dikdörtgen, kare ve eşkenar dörtgen de üst üste gelebileceğini ancak bunların dışındaki dörtgenlerde üst üste gelebileceklerini belirtmeleri gerekmektedir. Ayrıca kendisi ve görüntüsü üst üste

gelebilen dörtgenlerin ortak özelliklerinin de farkına varması istenmektedir (örneğin karşılıklı kenar çiftlerinin birbirine paralel olması, M noktasının köşegenlerinin kesişim noktası olması gibi).

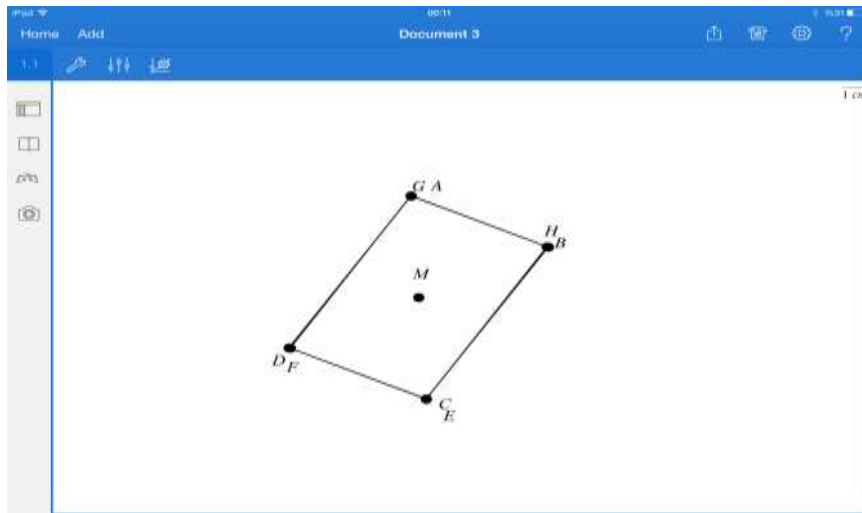
İlk oluşturulan dörtgenin simetrisi altındaki görüntüsüne eşit olması için hangi geometrik özelliklere sahip olması gerektiği yani çeşidinin belirlenmesi gerektiğinde öğrencilerin üç farklı enstrümanlı teknik kullanabilecekleri görülmektedir:

1) Dörtgen ve görüntüsü bir önceki aşama gereği üst üste getirilmişken tam olarak üst üste gelmeyen noktalar öğrenciler tarafından sürükleme aracı kullanılarak üst üste getirilebilir. Bunun için sürüleme aracının birden fazla kullanılması gerekmektedir.

2) Bir önceki aşamada üst üste getirilen dörtgenler öğrenciler tarafından tekrar ayrılır ve şekiller ayrıkken ilk dörtgenin köşe noktaları özel bir dörtgen oluşturacak şekilde (kare, dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen, yamuk) sürüklenir, daha sonra kontrol için bu özel dörtgenler tekrardan üst üste getirilebilir. Bu aşamada hangi dörtgen çeşitlerinde bütün noktaların üst üste geleceği matematiksel gözlem yapılarak belirlenir.

3) Öğrenciler dörtgen çeşitlerini görsel algılarına göre sezgisel olarak belirleyebilirler.

Aşağıda Şekil 3.6 'da dörtgenin kendi görüntüsüne eşit olma aşamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 3.6.** Dörtgenin Kendi Görüntüsüne Eşit Olmasına Ait Ekran Görüntüsü

Yukarıda bahsedilen etkinliğin alt bölümleri ve kullanılabilecek enstrümanlı teknikler aşağıda tablo 3.6 'da özetlenmiştir.

**Tablo 3.6. Dördüncü Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler**

Alt bölümler	Enstrümanlı Teknikler
Dörtgen oluşturma	1) Polygon aracını kullanma 2) Önce segment ile dörtgen oluşturma ve daha sonra polygon aracı kullanarak dörtgeni tanımlama
Dörtgenin simetrisini alma	1) Symmetry aracını kullanma
A noktasının görüntüsünü belirleme	1) Görsel algıdan yararlanma 2) Amaçlı sürüklenme yapma 3) Dörtgeni rotation aracını kullanarak 180 derece döndürme
Dörtgen ile görüntüsünü çakıştırma	1) Dörtgeni sürüklenme 2) Noktaları sürüklenme
Dörtgen ile görüntüsü çakışan dörtgen çeşitlerini belirleme	1) Şekiller üst üste iken noktaları sürüklenme 2) Şekilleri ayırma, özel dörtgenler oluşturma, şekilleri tekrar üst üste getirme 3) Görsel algıya göre sezgisel karar verme

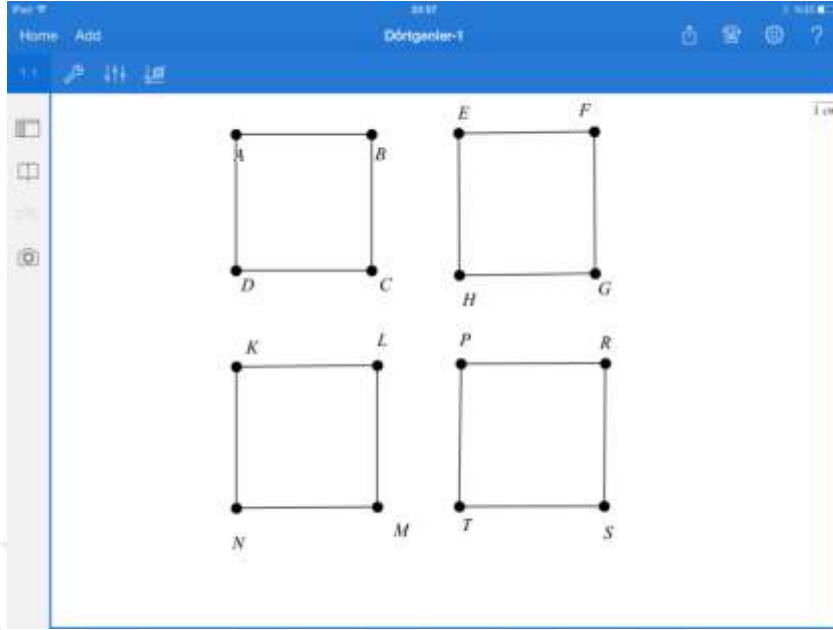
### 3.2.2. Etkinlik 5: Hangisi kare?

Aşağıda tablo 3.7 'de beşinci etkinliğe ait etkinlik kağıdı verilmiştir.

**Tablo 3.7. Hangisi Kare? Etkinlik Kağıdı**

- ❖ Ekranda görülen Dörtgenlerin hepsi kare midir? Hangi noktaları hareket ettirebildiğinizi bulunuz ve yazınız.
- ❖ Noktaları hareket ettirerek bu şekillerin çizimleri esnasında kullanılan geometrik özellikleri araştırınız.( bu geometrik özellikler nesnelere hareket ettirilmesine rağmen geçerliliğini koruyan özellikler olmalı)
- ❖ Ulaştığınız geometrik özelliklere dayanarak her bir dörtgenin çeşidini belirleyiniz ve aşağıdaki boşlukları doldurunuz.
- ❖ ABCD dörtgeni bir -----dir. Çünkü -----
- ❖ EFGH dörtgeni bir -----dir. Çünkü -----
- ❖ KLMN dörtgeni bir -----dir. Çünkü -----
- ❖ PRST dörtgeni bir -----dir. Çünkü -----

Aşağıda Şekil 3.7 'de beşinci etkinliğe ait verilen hazır çalışma sayfası ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.7. Beşinci Etkinliğe Ait Hazır Çalışma Sayfası Ekran Görüntüsü

Bu etkinlikte, bu aşamaya kadar *artefactin* (araç) özelliklerine ve menülerine yeterince uyum sağlayan öğrencilerin sürükleme ve ölçme menülerini daha aktif kullanmaları amaçlanmıştır.

Etkinlik artefact boyutundan ele alındığında öğrencilerin sürükleme ve ölçme (uzunluk-açı) araçlarını etkin kullanımıyla öncelikle gözlemler yapması ve gözlemler sonucu varsayım oluşturmaları daha sonra ise araçların yardımıyla varsayımlarını incelemeleri ve varsayımlarını test etme/doğrulamaları beklenmektedir.

Etkinlik matematiksel boyutundan ele alındığında öğrencilerin ön bilgilerinde mevcut olan dörtgenlerin tanım ve özelliklerini (kenar uzunluğu-açı-köşegen-alan-çevre), doğru parçası, çokgen, açı ve kenar tanımlarını pekiştirmeleri hedeflenmektedir.

Etkinliğin matematiksel sürecinde ise öğrencilerin gözlem yapma, keşfetme, inceleme, varsayım oluşturma, varsayımı doğrulama/test etme, kanıt yapma gibi becerileri gerçekleştirmeleri beklenmektedir.

Görünüm olarak aynı fakat özellik olarak farklı olan dörtgenlerin özelliklerinin ve çeşitlerinin belirlenmesini temel alan bu etkinlikte öğrenciler tarafından kullanılacak enstrümanlı teknikler aşağıda ifade edilmektedir. Etkinlik temel olarak aşamalı bir şekilde iki bölüme ayrılmıştır:

- Dörtgenlerin hepsi kare midir? sorusuna cevap verme
- Dörtgen çeşitlerini belirleme

• **Dörtgenlerin hepsi kare midir? sorusuna cevap verme:** Ekranda görülen dörtgenlerin hepsi kare midir? sorusuna öğrenciler hayır diyerek doğru cevap verebilecekleri gibi evet diyerek yanlış da cevap verebilirler. Evet diyerek yanlış cevap veren öğrenciler dörtgenleri statik olarak değerlendirecekleri görsel algıları ile yanılgıya düşeceklerdir. Öte yandan hayır diyerek doğru cevap veren öğrenciler dörtgenlerin köşelerini sürükleyebilir, açılarını ve kenar uzunluklarını ölçebilirler. Ekranda hepsi kare görünümünde olan dört tane dörtgenin hangilerinin kare olduğuna karar verirken öğrencilerin beş farklı enstrümanlı teknik kullanabilecekleri düşünülmektedir.

1) Öğrenciler ekranda görülen her bir şekli sıra ile ayrı ayrı inceleyebilir. Bunu yaparken de örneğin birinci şekil için sürükleme, kenar ve açı ölçme araçlarını kullanırlar. Birinci şekil için yaptıkları bu işlemlerin aynısını sıra ile diğer şekiller için de tekrarlayabilirler.

2) Öğrenciler şekilleri aynı aracı kullanarak sırayla inceleyebilirler. Örneğin sürükleme aracını dört şekilde de sırayla inceleyip sonra kenar ve açı ölçme araçlarını aynı sırayla her bir şekilde inceleyebilirler.

3) Öğrenciler dörtgenleri incelerken sadece bir araç kullanabilirler. Bu aşamada 3 farklı alt teknik açığa çıkmaktadır.

3a) Sadece sürükleme aracını kullanarak karar verebilirler.

3b) Sadece kenar ölçme aracını kullanarak karar verebilirler.

3c) Sadece açı ölçme aracını kullanarak karar verebilirler.

4) Öğrenciler dörtgenleri incelerken iki aracı da kullanabilirler. Bu aşamada 3 farklı alt teknik açığa çıkmaktadır.

4a) Sürükleme ve kenar ölçme aracını kullanarak karar verebilirler.

4b) Sürükleme ve açı ölçme aracını kullanarak karar verebilirler.

4c) Kenar ve açı ölçme aracını kullanarak karar verebilirler.

5) Öğrenciler dörtgenleri incelerken sürükleme, kenar ve açı ölçme araçlarının her üçünü de kullanarak karar verebilirler.

Öğrencilerin dörtgenlerin hangi noktalarını hareket ettirebildiklerini bulmaları için ise köşe noktalarını ayrı ayrı sürüklemeleri gerekmektedir. (ABCD dörtgeninde A ve B noktaları hareketli, EFGH dörtgeninde E, F, H noktaları hareketli, KLMN dörtgeninde K, L, M (kısıtlı) hareketli, PRST dörtgeninde P, R, S (kısıtlı), T noktaları hareketli).



• **Dörtgen çeşidini belirleme:** Öğrencilerin dörtgen çeşitlerini belirlemek için, dörtgenlerin değişmeyen özelliklerini göz önüne almaları beklenmektedir. Bununla birlikte ölçme ve sürükleme araçlarını da kullanmaları amaçlanmıştır. Öğrenciler ölçme ve sürükleme araçlarını kullanmada serbest bırakılacak ve istediklerini istedikleri sırada yapabileceklerdir.

Kare görünümünde verilen dörtgenlerin çeşitlerini belirlerken öğrencilerin sürükleme (amaçlı sürükleme, sürükleme testi) ve ölçme (amaçlı ölçme, doğrulama ölçümü) araçlarını ikisini birlikte ele alarak temelde 8 farklı enstrümanlı teknik kullanabilecekleri düşünülmektedir.

- 1) Sadece sürükleme aracını kullanarak görsel algılarına göre karar verebilirler.
- 2) Sadece kenar ölçme aracını kullanabilirler.
- 3) Sadece açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 4) Hem kenar hem açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 5) Sürükleme ve kenar ölçme aracını kullanabilirler.
- 6) Sürükleme ve açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 7) Sürükleme, kenar ve açı ölçme araçlarını kullanabilirler
- 8) Görsel algı ve sezgisel düşünmeyi kullanabilirler.

Öğrenciler yukarıda bahsedilen ilk altı teknikte görsel algılarından ve sezgisel düşünmeden de yararlanabilirler. Ayrıca ilk yedi tekniğin içerisinde sürükleme ve ölçme araçları öğrenciler tarafından açıklanan şu farklı tiplerde kullanılabilir.

- i) Rastgele sürükleme yapabilirler.
- ii) Amaçlı sürükleme yapabilirler.
- iii) Kısıtlı sürükleme yapabilirler.
- iv) Gizli geometrik yer sürüklemesi yapabilirler.
- v) Sürükleme testi yapabilirler.
- vi) Amaçlı ölçüm yapabilirler.
- vii) Doğrulama ölçümü yapabilirler.
- viii) İspat ölçümü yapabilirler.

Yukarıda bahsedilen etkinliğin alt bölümleri ve kullanılacak enstrümanlı teknikler aşağıda tablo 3.8 'de özetlenmiştir.

**Tablo 3.8. Beşinci Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler**

Alt bölümler	Enstrümanlı Teknikler
Dörtgenlerin hepsi kare midir?	1) Şekilleri ayrı ayrı tüm araçları kullanarak inceleme 2) Araçları ayrı ayrı tüm şekillerde sırasıyla inceleme 3) Sadece bir araç kullanma a. Sürükleme b. Kenar ölçme c. Açı ölçme 4) İki araç kullanma a. Sürükleme ve kenar ölçme b. Sürükleme ve açı ölçme c. Kenar ve açı ölçme 5) Üç araç kullanma, sürükleme ve kenar ve açı ölçme
Dörtgen çeşidini belirleme	1) Sürükleme (görsel algı, sezgisel düşünme) 2) Kenar ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 3) Açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 4) Kenar ve açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 5) Sürükleme ve kenar ölçme (görsel algı, sezgisel düşünme) 6) Sürükleme ve açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 7) Sürükleme ve kenar ve açı ölçme 8) Görsel algı ve sezgisel düşünme
Ayrıca yukarıdaki teknikler içerisinde sürükleme ve ölçme araçları aşağıda belirtilen tiplerde kullanılmıştır.	
i. Rastgele sürükleme ii. Amaçlı sürükleme iii. Kısıtlı sürükleme iv. Gizli geometrik yer sürüklemesi v. Sürükleme testi vi. Amaçlı ölçme vii. Doğrulama ölçümü	

Bu etkinlikle birlikte sürükleme ve ölçme araçlarının kullanımlarının ön plana çıkması hedeflenmektedir. Özellikle bu etkinlik ve bundan sonraki etkinlikler ölçme aracının dörtgen özelliklerini ve çeşitlerini belirlemede verdiği kuvvetli geri dönütler sayesinde öğrencilerin karar vermesinde bu aracın rolünü ortaya çıkaracak potansiyele sahiptir. Bu etkinlikler, dörtgen çeşitlerinin belirlenmesi aşamasında dörtgenlerin sahip olduğu kenar ve açı özelliklerinin belirlenmesinde kenar ölçme ve açı ölçme araçlarının gerek amaçlı olarak gerek doğrulama için ya da diğer ölçme tipleri çerçevesinde kullanılma potansiyelini ve karar vermede öğrencilerin ölçme araçlarını sürükleme aracı ile birlikte ne derece etkin kullanılabildiğini gözlemleme imkanı vermektedir.

### 3.2.3. Etkinlik 6: Orta nokta varignon dörtgenim

Tablo 3.9 'da altıncı etkinliğe ait etkinlik kağıdı verilmiştir.

**Tablo 3.9. Orta Nokta Varignon Dörtgenim Etkinlik Kağıdı**

- ❖ Bir ABCD dörtgeni verilmiştir. Verilen bu ABCD dörtgeninin her bir kenarının orta noktalarını( midpoint) belirleyiniz.
- ❖ Bu orta noktaları birleştirerek bir KLMN dörtgeni oluşturunuz. ( polygon aracı ile)
- ❖ ABCD dörtgeninin iç bölgesinde oluşan KLMN dörtgeninin çeşidi ve ABCD dörtgeni ile ilişkili olarak nasıl değiştiğini araştırınız. Gözlem sonuçlarınızı yazınız.

Etkinlik artefact boyutundan ele alındığında öğrencilerin midpoint aracını kullanarak orta nokta oluşturmaları, orta noktaları polygon aracı ile birleştirerek dörtgen oluşturmaları, sürükleme ve ölçme (uzunluk-açı) menülerini kullanarak gözlemleri sonucu varsayım oluşturmaları, varsayımlarını incelemeleri ve test etme/doğrulamaları beklenmektedir.

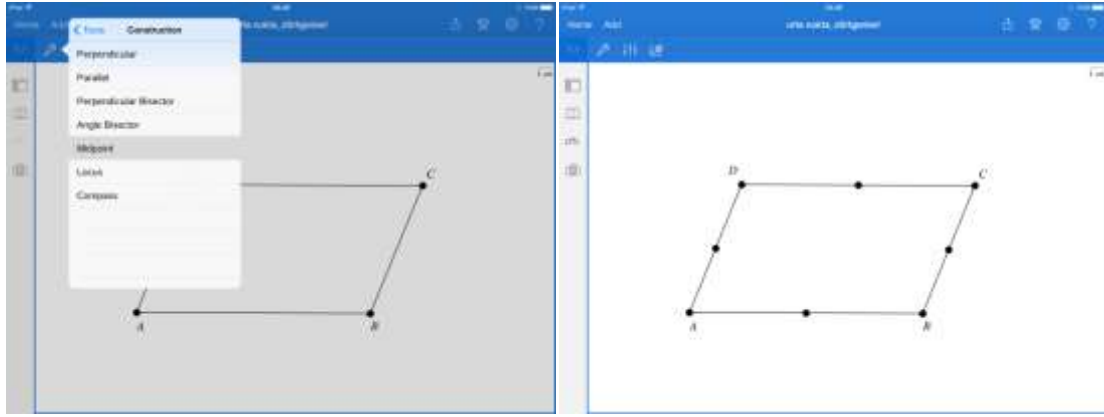
Etkinlik matematiksel boyutundan ele alındığında öğrencilerin ön bilgilerinde mevcut olan orta nokta tanımını, dörtgenlerin tanım ve özelliklerini (kenar uzunluğu-açı-köşegen-alan-çevre), doğru parçası, çokgen, açı ve kenar tanımlarını pekiştirmeleri hedeflenmektedir.

Etkinliğin matematiksel sürecinde ise öğrencilerin gözlem yapma, keşfetme, inceleme, varsayım oluşturma, varsayımı doğrulama/test etme, kanıt yapma gibi becerileri gerçekleştirmeleri beklenmektedir.

Herhangi bir dörtgenin içerisine çizilecek orta nokta dörtgeninin özelliklerini ve çeşidini, ilk dörtgen ile ilişkili olarak bu özelliklerin ve çeşidin nasıl değiştiğini temel alan bu etkinlikte öğrenciler tarafından kullanılacak enstrümanlı teknikler aşağıda ifade edilmektedir. Etkinlik temel olarak aşamalı bir şekilde üç bölüme ayrılmıştır:

- Dörtgenin kenarlarının orta noktalarını belirleme
- Orta noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma
- Dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirleme
- **Dörtgenin kenar orta noktalarını belirleme:** Öğrenciler verilen dörtgenin her bir kenarının orta noktasını belirlerken “actions- construction-midpoint” menüleri kullanabilirler.

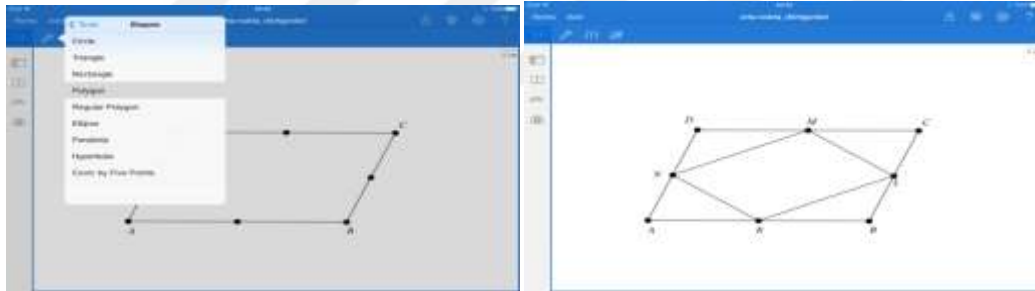
Şekil 3.8 ‘de kenar orta nokta belirleme aşamasına ait ekran görüntüleri verilmiştir.



Şekil 3.8. Kenar Orta Nokta Belirlemeye Ait Ekran Görüntüleri

- **Orta noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma:** Öğrenciler orta noktaları birleştirerek dörtgen oluştururken “actions-point & lines-polygon” menüleri kullanabilirler.

Şekil 3.9 'da kenar orta noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma aşamasına ait ekran görüntüleri verilmiştir.



Şekil 3.9. Orta Noktaları Birleştirerek Dörtgen Oluşturmaya Ait Ekran Görüntüleri

- **Dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirleme:** Etkinlikte öğrencilere hazır olarak verilen ABCD dörtgeni bilinçli olarak paralelkenar görünümünde verilmiştir ancak ABCD bir dörtgendir. ABCD dörtgenini ve içeride oluşan KLMN dörtgenini sadece görsel olarak ele alan öğrenciler ABCD dörtgeninin bir paralelkenar ve içerideki KLMN dörtgeninin de bir dikdörtgen olduğunu belirtebilirler. Bu öğrenciler görsel algılarına güvenerek karar verebilir ve sürükleme ve ölçme araçlarını kullanmaya istekli olmayabilirler.

ABCD dörtgeninin köşe noktalarını sürükleyerek aslında dörtgenin paralelkenar özelliklerini taşımadığını ve sürüklemeye bağlı olarak içerideki KLMN dörtgeninin de özelliklerinin değiştiğini fark edeceklerdir. Öğrenciler ABCD ve KLMN dörtgenlerinin

açılarını ölçerek ve köşe noktalarını sürükleyerek değişimi gözlemleyebilirler. Hatta bazı öğrenciler bu gözlemlerini dörtgenlerin kenar uzunluklarını da ölçerek destekleyebilir. ABCD dörtgeninin açılarını ölçen bir öğrenciden bu dörtgenin paralelkenarın açı özelliklerini taşımadığını ve herhangi bir dörtgen olduğunu, KLMN dörtgeninin ise bir paralelkenar olduğunu söylemesi beklenmektedir. Bu çalışmada öğrencilerin çok aşamalı bir araştırma yapmaları farklı durumları tek tek değerlendirmeleri beklenmektedir. ABCD dörtgenini sürükleme yaparak özel dörtgen durumuna getirerek KLMN üzerindeki değişimleri gözlemlemesi gerekmektedir. Bir önceki etkinlikte (etkinlik 5) farklı dörtgenleri sırayla tanımlamaya çalışmaları öğrencilerin bu etkinlikte de aynı yöntemi kullanmaları için bir ipucu olabilir.

ABCD dörtgeninin köşe noktalarını bu dörtgeni bir paralelkenar olacak şekilde sürükleyen bir öğrencinin, ABCD dörtgeninin paralelkenar olduğu durumda KLMN orta nokta dörtgeninin de paralelkenar olduğu sonucuna ulaşması gerekmektedir. Benzer şekilde öğrencilerin ABCD dörtgeni bir eşkenar dörtgen olduğunda KLMN dörtgeninin bir dikdörtgen, ABCD dörtgeni bir dikdörtgen olduğunda KLMN dörtgeninin bir eşkenar dörtgen, ABCD dörtgeni bir kare olduğunda KLMN dörtgeninin bir kare, ABCD dörtgeni bir yamuk ya da dik yamuk olduğunda KLMN dörtgeninin bir paralelkenar ve ABCD dörtgeninin bir ikizkenar yamuk olduğunda KLMN dörtgeninin bir eşkenar dörtgen olduğu sonuçlarına varmaları beklenmektedir.

Öğrencilerin dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirlerken temelde 2 farklı çözüm yolunu benimseyecekleri düşünülmektedir.

a) Dışarıdaki dörtgenin ve içeride oluşan dörtgenin çeşitlerini ayrı ayrı belirleyebilirler.

b) Dışarıdaki dörtgeni özel bir dörtgen olacak şekilde oluşturduktan sonra buna bağlı olarak içeride oluşan dörtgenin çeşidini belirleyebilirler.

Öğrencilerin her iki çözüm yolunda da 8 farklı teknik kullanabilecekleri düşünülmektedir.

- 1) Sadece sürükleme aracını kullanabilirler.
- 2) Sadece kenar ölçme aracını kullanabilirler.
- 3) Sadece açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 4) Kenar ve açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 5) Sürükleme ve kenar ölçme aracını kullanabilirler.
- 6) Sürükleme ve açı ölçme aracını kullanabilirler.

- 7) Sürükleme, kenar ve açı ölçme araçlarını kullanabilirler
- 8) Görsel algı ve sezgisel düşünmeyi kullanabilirler.

Öğrenciler yukarıda bahsedilen ilk altı teknikte görsel algılarından ve sezgisel düşüncülerinden de yararlanırlar. Ayrıca ilk yedi stratejinin de içerisinde sürükleme ve ölçme araçları öğrenciler tarafından açıklanan şu farklı tiplerde kullanılabilir.

- i) Rastgele sürükleme yapabilirler.
- ii) Amaçlı sürükleme yapabilirler.
- iii) Kısıtlı sürükleme yapabilirler.
- iv) Gizli geometrik yer sürüklemesi yapabilirler.
- v) Sürükleme testi yapabilirler.
- vi) Amaçlı ölçüm yapabilirler.
- vii) Doğrulama ölçümü yapabilirler.
- viii) İspat ölçümü yapabilirler.

Yukarıda bahsedilen etkinliğin alt bölümleri ve kullanılacak enstrümanlı teknikler aşağıda tablo 3.10 'da özetlenmiştir.

**Tablo 3.10. Altıncı Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler**

Alt bölümler	Enstrümanlı Teknikler
Dörtgenin kenarlarının orta noktalarını belirleme	Midpoint menüsünü kullanma
Orta noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma	Polygon menüsünü kullanma
Dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirleme	1) Sürükleme (görsel algı, sezgisel düşünme) 2) Kenar ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 3) Açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 4) Kenar ve açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 5) Sürükleme ve kenar ölçme (görsel algı, sezgisel düşünme) 6) Sürükleme ve açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 7) Sürükleme, kenar ve açı ölçme 8) Görsel algı ve sezgisel düşünme

Yukarıdaki teknikleri kullanabilecekleri iki çözüm yolunu takip edebilirler.

- a) Dış ve iç dörtgenleri ayrı ayrı belirleme
- b) Dışarıdakini özel dörtgen alıp içerideki dörtgeni belirleme

Ayrıca yukarıdaki teknikler içerisinde sürükleme ve ölçme araçları aşağıda belirtilen tiplerde kullanılmıştır.

- i. Rastgele sürükleme
- ii. Amaçlı sürükleme
- iii. Kısıtlı sürükleme
- iv. Gizli geometrik yer sürüklemesi
- v. Sürükleme testi
- vi. Amaçlı ölçme
- vii. Doğrulama ölçümü
- viii. İspat ölçümü

Bu etkinlikte öğrencilere verilen yönergeler azaltılmış ve öğrencilerin akıl yürütme becerilerini kullanarak kendi çalışmalarını organize ederek araştırma yapmaları beklenmektedir. Öğrencilerin etkinlik sırasında ilk defa kullanacağı bazı menülerin isimleri (orta nokta, dörtgen) olası teknik sıkıntılar ile etkinliğin asıl amacından uzaklaşmasını engellemek için verilmiştir. Süreç etkinliklerinde öğrencinin bir etkinlikte kullanarak tecrübe ettiği bir menünün ismi (örneğin dörtgen) sonraki etkinliklerde verilmeyerek öğrencilerin ihtiyaçları doğrultusunda daha önce tanıştıkları menüleri kullanabilme becerilerini de gözlemleyebilmek hedeflenmiştir.

### 3.2.4. Etkinlik 7: Orta dikme varignon dörtgenim

Tablo 3.11 'de yedinci etkinliğe ait etkinlik kağıdı verilmiştir.

**Tablo 3.11.** *Orta Dikme Varignon Dörtgenim Etkinlik Kağıdı*

- ❖ Bir ABCD dörtgeni verilmiştir. Verilen bu ABCD dörtgeninin her bir kenarına ait orta dikmeleri (perpendicular bisector) oluşturunuz.
- ❖ Kenar orta dikmelerin kesişim noktalarını belirleyiniz.
- ❖ Kesişim noktalarını birleştirerek KLMN dörtgeni oluşturunuz.
- ❖ Kenar orta dikmeleri saklayınız (hide/Show)

ABCD dörtgeninin iç bölgesinde oluşan KLMN dörtgeninin çeşidi ve ABCD dörtgeni ile ilişkili olarak nasıl değiştiğini araştırınız. Gözlem sonuçlarınızı yazınız.

Bu etkinlik bir önceki (6.etkinlik) etkinliğin benzeri niteliğinde olup öğrencilerden, bir önceki etkinlikte kullandıkları stratejilerden de yararlanarak daha sistematik çalışarak düzenli bir yol izlemeleri beklenmektedir.

Etkinlik artefact boyutundan ele alındığında öğrencilerin perpendicular bisector aracını kullanarak kenar orta dikme oluşturmaları, intersection points aracını kullanarak kesişim noktası belirlemeleri, kesişim noktalarını polygon aracını kullanarak birleştirerek dörtgen oluşturmaları, sürükleme ve ölçme (uzunluk-açı) menülerini kullanarak gözlemleri sonucu varsayım oluşturmaları, incelemeleri ve varsayımlarını test etme/doğrulamaları beklenmektedir.

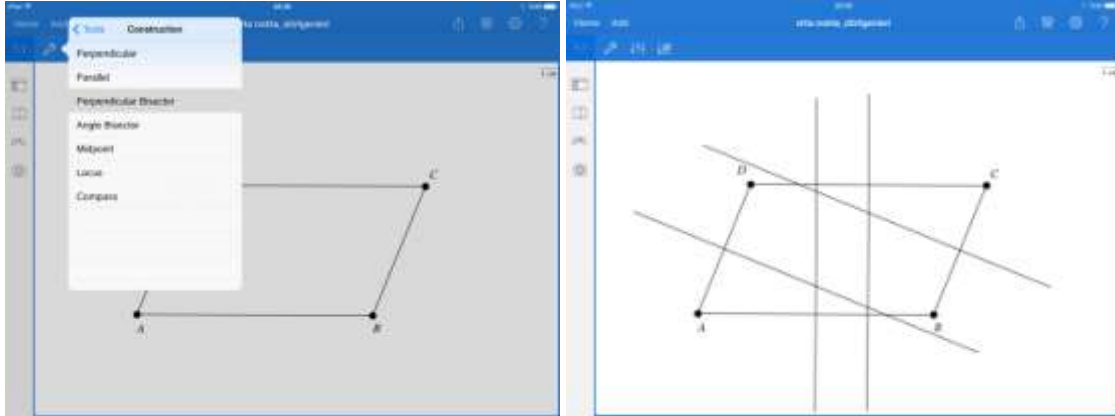
Etkinlik matematiksel boyutundan ele alındığında öğrencilerin ön bilgilerinde mevcut olan kenar orta dikme tanımını, dörtgenlerin tanım ve özelliklerini (kenar uzunluğu-açı-köşegen-alan-çevre), doğru parçası, çokgen, açı ve kenar tanımlarını pekiştirmeleri hedeflenmektedir.

Etkinliğin matematiksel sürecinde ise öğrencilerin gözlem yapma, keşfetme, inceleme, varsayım oluşturma, varsayımı doğrulama/test etme, kanıt yapma gibi becerileri gerçekleştirmeleri beklenmektedir.

Herhangi bir dörtgenin içerisine çizilecek kenar orta dikmeler dörtgeninin özelliklerini ve çeşidini, ilk dörtgen ile ilişkili olarak bu özelliklerin ve çeşidin nasıl değiştiğini temel alan bu etkinlikte öğrenciler tarafından kullanılabilir enstrümanlı teknikler aşağıda ifade edilmektedir. Etkinlik beş bölüme ayrılmıştır:

- Dörtgenin kenar orta dikmelerini oluşturma
  - Dikmelerin kesişim noktalarını belirleme
  - Noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma
  - Kenar orta dikmeleri saklama
  - Dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirleme
- ***Dörtgenin kenar orta dikmelerini oluşturma:*** Öğrenciler verilen dörtgenin her bir kenarına ait orta dikmesini oluştururken “actions- construction-perpendicular bisector” menüleri kullanabilirler.

Şekil 3.10 'da kenar orta dikme oluşturma aşamasına ait ekran görüntüleri verilmiştir.



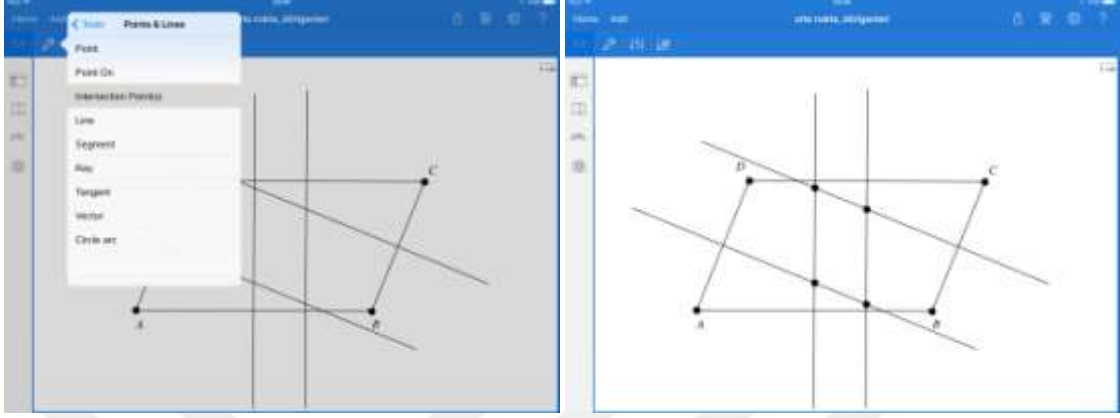
**Şekil 3.10.** Kenar Orta Dikme Oluşturmaya Ait Ekran Görüntüleri

- ***Dikmelerin kesişim noktalarını belirleme:*** Öğrenciler dikmelerin kesişim noktalarını belirlerken iki farklı teknik kullanabilirler.
  - 1) “actions- construction- intersection points” menülerini ikişer ikişer her bir dikme için kullanabilirler.
  - 2) “actions- points & lines- point on” menülerini dikmelerin kesiştiği bölgede



noktayı belirlemek için kullanabilirler.

Aşağıda Şekil 3.11 'de dikmelerin kesişim noktalarını belirleme aşamasına ait ekran görüntüleri verilmiştir.



**Şekil 3.11.** Dikmelerin Kesişim Noktalarını Belirlemeye Ait Ekran Görüntüleri

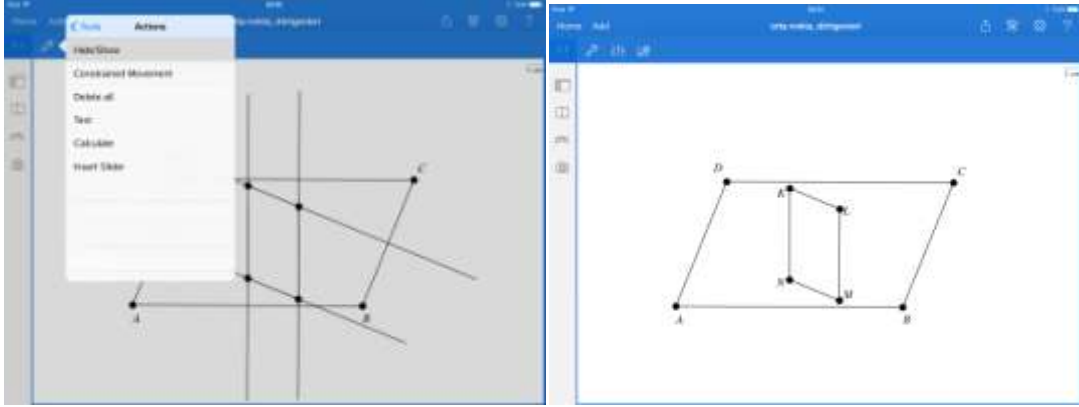
- **Noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma:** Öğrenciler orta noktaları birleştirerek dörtgen oluştururken iki farklı teknik kullanabilirler.

- 1) “actions- point & lines- polygon” menülerini kullanarak dörtgen oluşturabilirler.

- 2) önce “actions-points & lines-segment” menüleri ile her iki noktayı doğru parçası aracı ile birleştirebilirler. Bu işlemi dört defa tekrarlamaları gerekmektedir. Sonra ise “actions- points & lines- polygon” aracı ile de doğru parçaları kullanarak oluşturdukları şekli dinamik ortamın özelliği gereği dörtgen olarak tanımlamaları gerekmektedir.

- **Kenar orta dikmeleri saklama:** Öğrenciler “actons-hide/show” menülerini kullanarak kenar orta dikmeleri saklayarak oluşturdukları dörtgeni daha rahat görebilirler.

Şekil 3.12 'de kenar orta dikmeler saklandıktan sonraki ekran görüntüleri verilmiştir.



**Şekil 3.12.** Kenar Orta Dikmeler Saklandıktan Sonraki Ekran Görüntüleri

- **Dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirleme:** Öğrenciler ABCD ve KLMN dörtgenlerinin açılarını ölçerek ve köşe noktalarını sürükleyerek değişimi gözlemleyebilirler. ABCD dörtgeninin açılarını ölçen bir öğrenciden bu dörtgenin paralelkenarın açı özelliklerini taşımadığını ve herhangi bir dörtgen olduğunu, KLMN dörtgeninin de herhangi bir dörtgen olduğunu söylemesi beklenmektedir. Öğrencilerin, ABCD dörtgeni bir paralelkenar olduğunda KLMN dörtgeninin bir paralelkenar, ABCD dörtgeni bir eşkenar dörtgen olduğunda KLMN dörtgeninin de bir eşkenar dörtgen, ABCD dörtgeni bir dikdörtgen ya da bir kare olduğunda KLMN dörtgeninin tek bir nokta oluşturduğu, ABCD dörtgeni bir yamuk olduğunda KLMN dörtgeninin de bir yamuk, ABCD dörtgeninin dik yamuk olduğunda KLMN dörtgeninin de bir dik yamuk ve ABCD dörtgeninin ikizkenar yamuk olduğunda KLMN dörtgeninin tek bir nokta oluşturduğu sonuçlarına varmaları beklenmektedir.

Öğrencilerin dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirlerken temelde 2 farklı çözüm yolunu benimseyecekleri düşünülmektedir.

a) Dışarıdaki dörtgenin ve içeride oluşan dörtgenin çeşitlerini ayrı ayrı belirleyebilirler.

b) Dışarıdaki dörtgeni özel bir dörtgen olarak oluşturduktan sonra bu özel dörtgene bağlı olarak içeride oluşan dörtgenin çeşidini belirleyebilirler.

Öğrencilerin her iki çözüm yolunda da 8 farklı teknik kullanabilecekleri düşünülmektedir.

- 1) Sadece sürükleme aracını kullanabilirler.
- 2) Sadece kenar ölçme aracını kullanabilirler.
- 3) Sadece açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 4) Kenar ve açı ölçme aracını kullanabilirler.

- 5) Sürükleme ve kenar ölçme aracını kullanabilirler.
- 6) Sürükleme ve açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 7) Sürükleme ve kenar ve açı ölçme araçlarını kullanabilirler
- 8) Görsel algı ve sezgisel düşünmeyi kullanabilirler.
  - i) Rastgele sürükleme yapabilirler.
  - ii) Amaçlı sürükleme yapabilirler.
  - iii) Kısıtlı sürükleme yapabilirler.
  - iv) Gizli geometrik yer sürüklemesi yapabilirler.
  - v) Sürükleme testi yapabilirler.
  - vi) Amaçlı ölçüm yapabilirler.
  - vii) Doğrulama ölçümü yapabilirler.
  - viii) İspat ölçümü yapabilirler.

Yukarıda bahsedilen etkinliğin alt bölümleri ve kullanılacak enstrümanlı teknikler aşağıda tablo 3.12 'de özetlenmiştir.

**Tablo 3.12.** *Yedinci Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler*

Alt bölümler	Enstrümanlı Teknikler
Dörtgenin kenar orta dikmelerini oluşturma	Perpendicular bisector menüsünü kullanma
Dikmelerin kesişim noktalarını belirleme	1) Intersection points menüsünü kullanma 2) Point on menüsünü kullanma
Noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma	1) Polygon menüsünü kullanma 2) Önce segment sonra polygon menüsünü kullanma
Kenar orta dikmeleri saklama	Hide/show menüsünü kullanarak
Dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirleme	1) Sürükleme (görsel algı, sezgisel düşünme) 2) Kenar ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 3) Açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 4) Kenar ve açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 5) Sürükleme ve kenar ölçme (görsel algı, sezgisel düşünme) 6) Sürükleme ve açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 7) Sürükleme ve kenar ve açı ölçme 8) Görsel algı ve sezgisel düşünme

Yukarıdaki teknikleri kullanabilecekleri iki çözüm yolunu takip edebilirler.

- a) Dış ve iç dörtgenleri ayrı ayrı belirleme
- b) Dışarıdaki özel dörtgen alıp içerideki dörtgeni belirleme

Ayrıca yukarıdaki teknikler içerisinde sürükleme ve ölçme araçları aşağıda belirtilen tiplerde kullanılmıştır.

- i. Rastgele sürükleme
- ii. Amaçlı sürükleme
- iii. Kısıtlı sürükleme
- iv. Gizli geometrik yer sürüklemesi
- v. Sürükleme testi
- vi. Amaçlı ölçme
- vii. Doğrulama ölçümü
- viii. İspat ölçümü

### 3.2.5. Etkinlik 8: Açıortay varignon dörtgenim

Tablo 3.13 'de sekizinci etkinliğe ait etkinlik kağıdı verilmiştir.

**Tablo 3.13.** *Açıortay Varignon Dörtgenim Etkinlik Kağıdı*

- ❖ Bir ABCD dörtgeni verilmiştir. Verilen bu ABCD dörtgeninin her bir açısına ait açıortayları (angle bisector) oluşturunuz.
- ❖ Açıortayların kesişim noktalarını belirleyiniz.
- ❖ Kesişim noktalarını birleştirerek KLMN dörtgeni oluşturunuz.
- ❖ Açıortayları saklayınız.

ABCD dörtgeninin iç bölgesinde oluşan KLMN dörtgeninin çeşidi ve ABCD dörtgeni ile ilişkili olarak nasıl değiştiğini araştırınız. Gözlem sonuçlarınızı yazınız.

Bu etkinlik önceki etkinliklerin (6 ve 7. etkinlikler) benzeri niteliğinde olup öğrencilerden önceki etkinliklerde kullandıkları tekniklerden faydalanarak daha sistematik çalışarak düzenli bir yol izlemeleri beklenmektedir.

Etkinlik artefact boyutundan ele alındığında öğrencilerin angle bisector aracını kullanarak açıortay oluşturmaları, intersection points aracını kullanarak kesişim noktası belirlemeleri, kesişim noktalarını polygon aracını kullanarak birleştirerek dörtgen oluşturmaları, sürükleme ve ölçme (uzunluk-açı) araçlarını kullanarak gözlemleri sonucu varsayım oluşturmaları, incelemeleri ve varsayımlarını test etme/doğrulamaları beklenmektedir.

Etkinlik matematiksel boyutundan ele alındığında öğrencilerin ön bilgilerinde mevcut olan göre açıortay tanımını, dörtgenlerin tanım ve özelliklerini (kenar uzunluğu-açı-köşegen-alan-çevre), doğru parçası, çokgen, açı ve kenar tanımlarını pekiştirmeleri hedeflenmektedir.

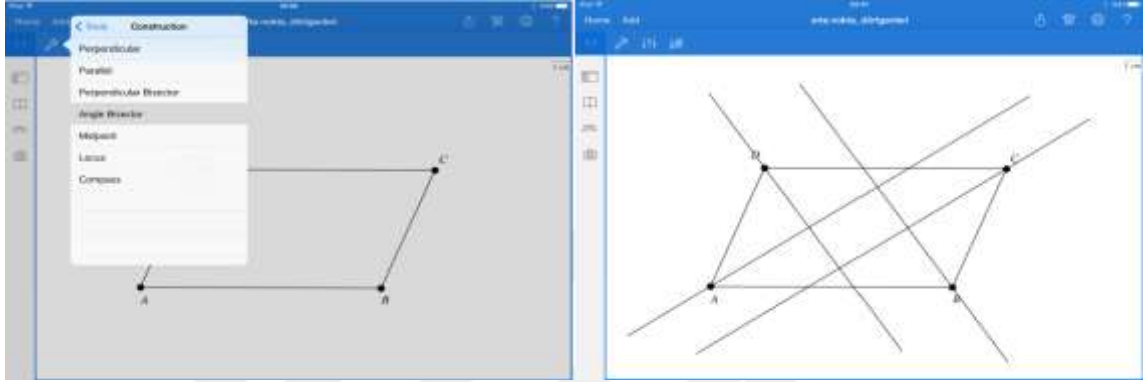
Etkinliğin matematiksel sürecinde ise öğrencilerin gözlem yapma, keşfetme, inceleme, varsayım oluşturma, varsayımı doğrulama/test etme, kanıt yapma gibi becerileri gerçekleştirmeleri beklenmektedir.

Herhangi bir dörtgenin içerisine çizilecek açıortaylar dörtgeninin özelliklerini ve çeşidini, ilk dörtgen ile ilişkili olarak bu özelliklerin ve çeşidin nasıl değiştiğini temel alan bu etkinlikte öğrenciler tarafından kullanılacak enstrümanlı teknikler aşağıda ifade edilmektedir. Etkinlik beş bölüme ayrılmıştır:

- Dörtgenin açıortaylarını oluşturma
- Açıortayların kesişim noktalarını belirleme
- Noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma

- Açıortayları saklama
- Dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirleme
- **Dörtgenin açıortaylarını oluşturma:** Öğrenciler verilen dörtgenin her bir açısına ait açıortayları oluştururken “actions- construction-angle bisector” menülerini kullanabilirler.

Şekil 3.13’de açıortayları oluşturma aşamasına ait ekran görüntüleri verilmiştir.

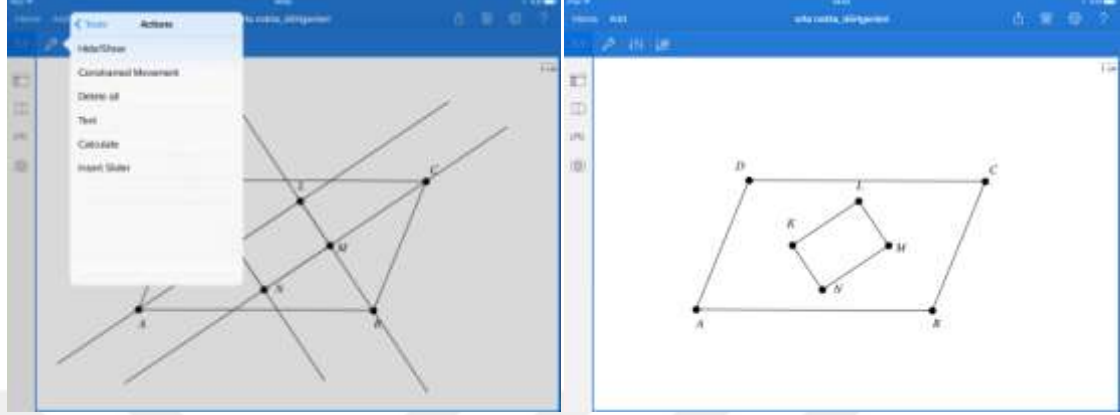


Şekil 3.13. Açıortayları Oluşturmaya Ait Ekran Görüntüleri

- **Açıortayların kesişim noktalarını belirleme:** Öğrenciler açıortayların kesişim noktalarını belirlerken iki farklı teknik kullanabilirler.
  - 1) “actions- construction- intersection points” menülerini ikişer ikişer her bir açıortay için kullanabilirler.
  - 2) “actions- points & lines- point on” menülerini açıortayların kesiştiği bölgede noktayı belirlemek için kullanabilirler.
- **Noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma:** Öğrenciler orta noktaları birleştirerek dörtgen oluştururken iki farklı teknik kullanabilirler.
  - 1) “actions- point & lines- polygon” menülerini kullanarak dörtgen oluşturabilirler.
  - 2) önce “actions-points & lines-segment” menüleri ile her iki noktayı doğru parçası aracı ile birleştirebilirler. Bu işlemi dört defa tekrarlamaları gerekmektedir. Sonra ise “actions- points & lines- polygon” aracı ile de doğru parçaları kullanarak oluşturdukları şekli dinamik ortamın özelliği gereği dörtgen olarak tanımlamaları gerekmektedir.

- **Açıortayları saklama:** Öğrenciler “actons-hide/show” menülerini kullanarak kenar orta dikmeleri saklayarak oluşturdukları dörtgeni daha rahat görebilirler.

Şekil 3.14 'de açıortaylar saklandıktan sonraki ekran görüntüleri verilmiştir.



**Şekil 3.14.** Açıortaylar Saklandıktan Sonraki Ekran Görüntüleri

- **Dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirleme:** Öğrenciler ABCD ve KLMN dörtgenlerinin açılarını ve kenar uzunluklarını ölçerek ve köşe noktalarını sürükleyerek değişimi gözlemleyebilirler. ABCD dörtgeninin açılarını ölçen bir öğrenciden bu dörtgenin paralelkenarın açı özelliklerini taşımadığını ve herhangi bir dörtgen olduğunu, KLMN dörtgeninin de herhangi bir dörtgen olduğunu söylemesi beklenmektedir. Öğrencilerin, ABCD dörtgeni bir paralelkenar olduğunda KLMN dörtgeninin bir dikdörtgen, ABCD dörtgeni bir eşkenar dörtgen olduğunda KLMN dörtgeninin tek bir nokta oluşturduğu, ABCD dörtgeni bir dikdörtgen olduğunda KLMN dörtgeninin bir kare, ABCD dörtgeni bir kare olduğunda KLMN dörtgeninin tek bir nokta oluşturduğu, ABCD dörtgeni bir yamuk ya da dik yamuk olduğunda KLMN dörtgeninin tek bir nokta oluşturduğu, ABCD dörtgeninin ikizkenar yamuk olduğunda KLMN dörtgeninin deltoid olduğu sonuçlarına varmaları beklenmektedir.

Öğrencilerin dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirlerken temelde 2 farklı çözüm yolunu benimseyecekleri düşünülmektedir.

- a) Dışarıdaki dörtgenin ve içeride oluşan dörtgenin çeşitlerini ayrı ayrı belirleyebilirler.
- b) Dışarıdaki dörtgeni özel bir dörtgen olacak şekilde hazır olarak kullanıp içeride oluşan dörtgenin çeşidini belirleyebilirler.

Öğrencilerin her iki çözüm yolunda da 8 farklı strateji kullanabilecekleri düşünülmektedir.

- 1) Sadece sürüklenme aracını kullanabilirler.
- 2) Sadece kenar ölçme aracını kullanabilirler.
- 3) Sadece açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 4) Kenar ve açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 5) Sürüklenme ve kenar ölçme aracını kullanabilirler.
- 6) Sürüklenme ve açı ölçme aracını kullanabilirler.
- 7) Sürüklenme ve kenar ve açı ölçme araçlarını kullanabilirler
- 8) Görsel algı ve sezgisel düşünmeyi kullanabilirler.

Öğrenciler yukarıda bahsedilen ilk altı teknikte görsel algılarından ve sezgisel düşünmelerinden de yararlanırlar. Ayrıca ilk yedi stratejinin de içerisinde sürüklenme ve ölçme araçları öğrenciler tarafından açıklanan şu farklı tiplerde kullanılabilir.

- i) Rastgele sürüklenme yapabilirler.
- ii) Amaçlı sürüklenme yapabilirler.
- iii) Kısıtlı sürüklenme yapabilirler.
- iv) Gizli geometrik yer sürüklenmesi yapabilirler.
- v) Sürüklenme testi yapabilirler.
- vi) Amaçlı ölçüm yapabilirler.
- vii) Doğrulama ölçümü yapabilirler.
- viii) İspat ölçümü yapabilirler.

Yukarıda bahsedilen etkinliğin alt bölümleri ve kullanılacak enstrümanlı teknikler aşağıda tablo 3.14 'de özetlenmiştir.

**Tablo 3.14. Sekizinci Etkinliğin Alt Bölümleri ve Enstrümanlı Teknikler**

Alt bölümler	Enstrümanlı Teknikler
Dörtgenin açıortaylarını oluşturma	Angle bisector menüsünü kullanarak
Açıortayların kesişim noktalarını belirleme	1) Intersection points menüsünü kullanarak 2) Point on menüsünü kullanarak
Noktaları birleştirerek dörtgen oluşturma	1) Polygon menüsünü kullanarak 2) Önce segment sonra polygon menüsünü kullanarak
Açıortayları saklama	Hide/show menüsünü kullanarak
Dörtgenlerin özelliklerini ve çeşitlerini belirleme	1) Sürükleme (görsel algı, sezgisel düşünme) 2) Kenar ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 3) Açık ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 4) Kenar ve açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 5) Sürükleme ve kenar ölçme (görsel algı, sezgisel düşünme) 6) Sürükleme ve açı ölçme (görsel algı ve sezgisel düşünme) 7) Sürükleme ve kenar ve açı ölçme 8) Görsel algı ve sezgisel düşünme

Yukarıdaki teknikleri kullanabilecekleri iki çözüm yolunu takip edebilirler.

- a) Dış ve iç dörtgenleri ayrı ayrı belirleme
- b) Dışarıdakini özel dörtgen alıp içerideki dörtgeni belirleme

Ayrıca yukarıdaki teknikler içerisinde sürükleme ve ölçme araçları aşağıda belirtilen tiplerde kullanılmıştır.

- i. Rastgele sürükleme
- ii. Amaçlı sürükleme
- iii. Kısıtlı sürükleme
- iv. Gizli geometrik yer sürüklemesi
- v. Sürükleme testi
- vi. Amaçlı ölçme
- vii. Doğrulama ölçümü
- viii. İspat ölçümü



## 4. BULGULAR

Bu bölümde öncelikle çalışmaya katılan toplam dokuz öğrencinin kullanım şemalarına değinilmekte ve sonrasında farklı başarı düzeyinde yer alan üç öğrencinin (İrem, Gamze ve Merve) süreç etkinliklerine ait çalışmaları detaylı bir şekilde verilmektedir. Ardından üç öğrenciye ait enstrümantal oluşum süreçleri ele alınarak ve öğrenciler tarafından kullanılan enstrümanlı teknikler ve kullanım şemalarına dayanarak bu öğrencilere ait enstrümanlı eylem şemaları tanımlanmaktadır. Son kısımda ise altı öğrencinin (Ahmet, Simay, Hatice, Mehmet, Aleyna, Osman) enstrümantal oluşumlarına yer verilmektedir.

### 4.1. Bütün Öğrencilere Ait Kullanım Şemaları

Bu bölümde araştırmaya katılan toplam dokuz öğrencinin dinamik geometri ortamında sürüklenme ve ölçme araçlarını kullanım şemaları bir arada verilerek sunulmuştur.

#### *Dörtgen oluşturmaya ait kullanım şeması*

Öğrencilerin çoğunluğu çalışma sayfasında bir dörtgen oluşturmak ya da hazır olarak verilen dört farklı noktayı birleştirerek dörtgen oluşturmak için yazılımın “tools-shapes-polygon” menülerini sırasıyla takip ederek önce *polygon* aracını aktif hale getirmektedir. Polygon aracını kullanım komutlarına uygun bir şekilde kullanan öğrenciler sonuçta bir dörtgen oluşturabilmektedir.

Merve ve Osman sürecin başında uygulanan etkinliklerde dörtgen oluştururken polygon aracını kullanmada ve sonuçta bir dörtgen oluşturmada sıkıntı yaşarken ilerleyen etkinliklerde bu durum ortadan kalkarak araca uyum sağlamışlardır. Bu durum öğrencilerin polygon aracını süreç içerisinde gerçekten bir dörtgen çizme enstrümanı haline getirebildiğini göstermektedir.

#### *Noktaya isim verme kullanım şeması*

Öğrenciler bir noktaya isim vermek için bu nokta üzerinde dokunmatik ekranda

iki defa arka arkaya tıklamakta ve noktayı seçili hale getirmektedir. Noktanın üzerinde açılan menüden “label” seçeneğine tıklayarak açılan klavyeden noktaya bir isim vermektedir.

Merve ilk etkinlikte label menüsünü kullanmakta sıkıntı yaşarken bu menünün kullanıldığı ilerleyen etkinliklerde aracı kullanabilir duruma gelmiştir.

### ***Nokta belirleme kullanım şeması***

Öğrenciler ekranda bir nokta belirlemek için “tools-points & lines- point” menülerini sırasıyla takip ederek *point* aracını seçmekte ve ekranda bir kez tıklayarak bir nokta belirlemektedir.

### ***Noktaya göre simetri alma kullanım şeması***

Öğrenciler bir dörtgenin bir noktaya göre simetrisini almak için “tools-transformation- symmetry” menülerini takip ederek *symmetry* aracını seçmekte ve önce dörtgene daha sonra noktaya tıklayarak simetrisini almaktadırlar.

Merve ve Osman simetri aracını öğretmenden destek aldıktan sonra kullanabilmiştir.

### ***Simetri altında görüntü belirleme kullanım şeması***

Noktaya göre simetrisi alınmış bir dörtgenin köşe noktalarının simetri altındaki görüntülerini belirleyebilmek için öğrenciler dinamik ortamda sürükleme aracından yararlanmaktadır. Herhangi bir noktanın görüntüsünü belirleyebilmek için dörtgen üzerinde o köşe noktasını sürükleme aracı ile hareket ettirmektedirler. Böylece sürüklenen bu noktaya bağımlı olarak simetri alma işlemi sonucunda oluşan dörtgende hareket eden noktayı belirleyebilmektedir. Bu işlemi her bir nokta için sırasıyla uygularken *amaçlı* sürükleme yapılmaktadır.

### ***Dörtgenleri çakıştırma kullanım şeması***

Öğrencilerin çoğunluğu bir noktaya göre simetrik olan dörtgenleri dinamik

ortamda üst üste getirerek köşe noktalarını çakıştırmak için ilk dörtgeni herhangi bir kenarından tutarak diğer dörtgene yaklaştıracak şekilde sürüklemektedir. Böylece ilk dörtgen sürüklendiğinde ona bağımlı olarak diğer dörtgen de zıt yönde ilk dörtgene doğru yaklaşmaktadır. Bir noktaya göre simetrik olan bu dörtgenleri üst üste getirmek ve köşe noktalarını çakıştırmak için de *amaçlı* ölçme yapılmaktadır.

Merve etkinliğin ilk aşamasında dörtgenleri çakıştırmak için dörtgenin kenarından değil de köşesinden tutarak sürükledi. İlk çalışmasını böyle tamamladıktan sonra ikinci denemesinde bunun zor olduğunu düşünerek dörtgeni kenarından tutarak sürüklemeyi tercih etti.

### ***Hareketli noktayı bulma kullanım şeması***

Ekranda verilen dörtgenlerin hareket eden köşe noktalarını belirlemek için öğrenciler dinamik ortamda sürükleme aracından yararlanmaktadır. Her bir dörtgenin köşe noktalarını sırasıyla sürükleyerek hareket edip etmediklerini ya da hangi özelliklere bağımlı olarak hareket edebildiklerini belirlemektedirler. Hareketli noktanın bulunması için yapılan bu sürüklemeye *amaçlı* sürükleme çeşidi kullanılmaktadır.

### ***Kenar orta nokta belirleme kullanım şeması***

Öğrenciler bir dörtgenin kenarlarının orta noktalarını belirlemek için “tools-construction- midpoint” menülerini takip ederek *midpoint* aracını seçmekte ve kenarın orta noktasını belirlemek için o kenarı oluşturan doğru parçasının iki uç noktasına ardı ardına sırasıyla tıklamaktadır.

Merve ve Osman menünün bulunmasında sıkıntı yaşamış ancak biraz incelemeyi sonra menüyü bularak çalışmaya devam etmişlerdir.

### ***Kenar orta dikme oluşturma kullanım şeması***

Bir dörtgenin kenarlarının orta dikmelerini oluşturmak için öğrenciler “tools-construction- perpendicular bisector” menülerini takip ederek *perpendicular bisector* aracını seçmekte ve kenarın orta dikmesini oluşturmak için o kenarı oluşturan doğru parçasına bir defa tıklamaktadır.

### ***Açıortay oluşturma kullanım şeması***

Öğrenciler bir dörtgenin iç açılarının açıortaylarını oluşturmak için “tools- construction- angle bisector” menülerini takip ederek *angle bisector* aracını seçmekte ve bir açının açıortayını oluşturmak için o açığı oluşturan üç köşe noktasına sırasıyla üç defa tıklamaktadır.

### ***Kesişim noktası belirleme kullanım şeması***

Bir dörtgenin kenar orta dikmelerini ve açıortaylarını oluşturan doğruların kesişim noktalarını belirlemek için öğrencilerin çoğunluğu “tools- points & lines- intersection points” menülerini takip ederek *intersection points* aracını seçmekte ve iki kenar orta dikmeyi ya da açıortayı oluşturan doğruya sırayla tek tek tıklamaktadırlar. Bütün kenar orta dikmeleri ya da açıortayları ikişer ikişer kesiştirmek için aynı işlemi sırasıyla tekrarlamaktadırlar.

Merve kesişim noktalarını öncelikle doğruları uzatarak yapmayı denemiş ancak bunda başarılı olamayınca öğretmen desteği ile ilgili menüyü kullanmaya başlamıştır.

### ***Doğruları saklama kullanım şeması***

Öğrenciler bir dörtgenin kenar orta dikmelerini ya da açıortaylarını oluşturan doğruları saklamak için “tools- actions- hide/show” menülerini takip ederek *hide/show* aracını seçmekte ve kenar orta dikmeleri ya da açıortayları oluşturan her bir doğruya sırasıyla tek tek tıklamaktadırlar.

## **4. 2. İrem’in Süreç Etkinlikleri Uygulama Akışları**

İrem matematik akademik başarı düzeyi yüksek, teknolojiyi yetkin bir şekilde kullanabilen, etkinlik uygulamalarına çok istekli olarak katılan, araştırmacı ve teorik düşünebilen bir öğrencidir. İrem’in her bir etkinlik uygulamasına ait çalışma süreleri tablo 4.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1. İrem'in Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri**

Etkinlik	1	2	3	4	5	6	7	8
Süre	23' 32"	19' 32"	17' 06"	15' 26"	25' 45"	24' 52"	18' 04"	12' 45"

Tablodaki bilgilere göre İrem'in etkinlikleri diğer öğrencilere göre daha kısa sürelerde tamamladığı ve süreç içerisinde etkinlikler için harcadığı zamanın azaldığı görülmektedir.

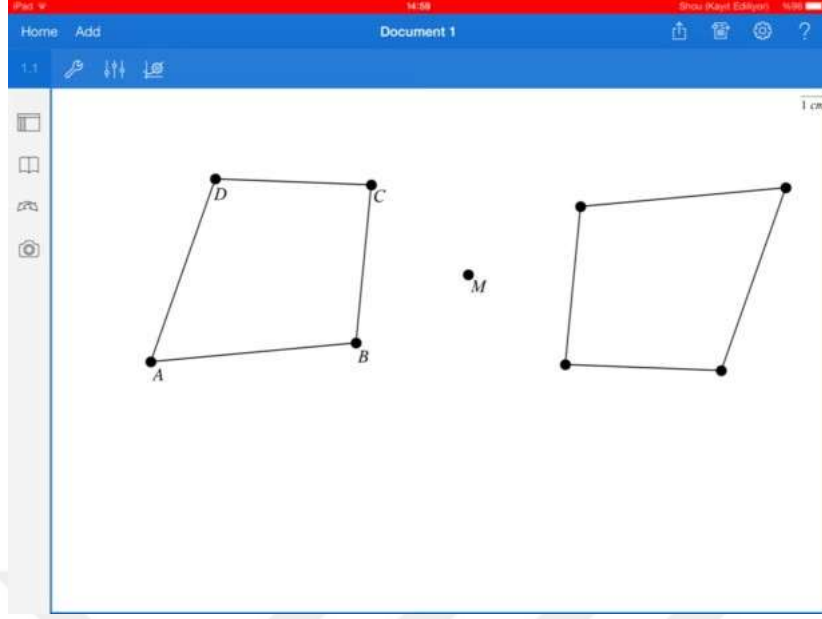
#### **4.2.1. Etkinlik 4: Noktaya göre simetri oluşturuyorum**

##### ***Dörtgen oluşturma ve simetri alma***

İrem bu etkinlik için yönergelerde de belirtildiği gibi öncelikle bir dörtgen çizmeye çalışmış ancak "polygon" aracını yanlış kullandığı için dörtgen oluşturamadı, yaptığı çizimi silerek yeniden dörtgen çizmiştir. Köşe noktalarına A, B, C, D isimlerini verdikten sonra dörtgenin dış bölgesinde olacak şekilde bir nokta belirlemiş ve bu noktaya M ismini vermiştir. Dörtgenin M noktasına göre simetriğini simetri aracı ile oluşturmuştur.

İrem, etkinlik ön analizinde belirtildiği gibi dörtgeni oluşturmak için ilk teknik olan polygon aracını ve simetri almak için de simetri aracını kullanmıştır.

Şekil 4.1'de İrem'in dörtgen oluşturma ve simetri alma aşamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.1.** İrem'in Dörtgen Oluşturma ve Simetri Almaya Ait Ekran Görüntüsü

#### ***A köşe noktasının görüntüsünü belirleme***

A noktasının görüntüsünün hangi nokta olduğunu gözlemlemek için A noktasını sürüklemiş ardından A, B, C, D noktalarının görüntülerini bulmak için sırasıyla bu noktaları da sürüklemiş ve bu noktayla birlikte hareket eden noktayı görüntü olarak belirleyerek sırasıyla EFGH isimlerini vermiştir. Bir nokta ile bu noktanın simetrisinin birlikte hareket ettiklerini sürükleme aracı ile dinamik geometri ortamında keşfetmiş oldu.

İrem A köşe noktasının görüntüsünü belirlemek için ön analizde 2.teknik olarak belirtilen amaçlı sürükleme tekniğini kullanmıştır.

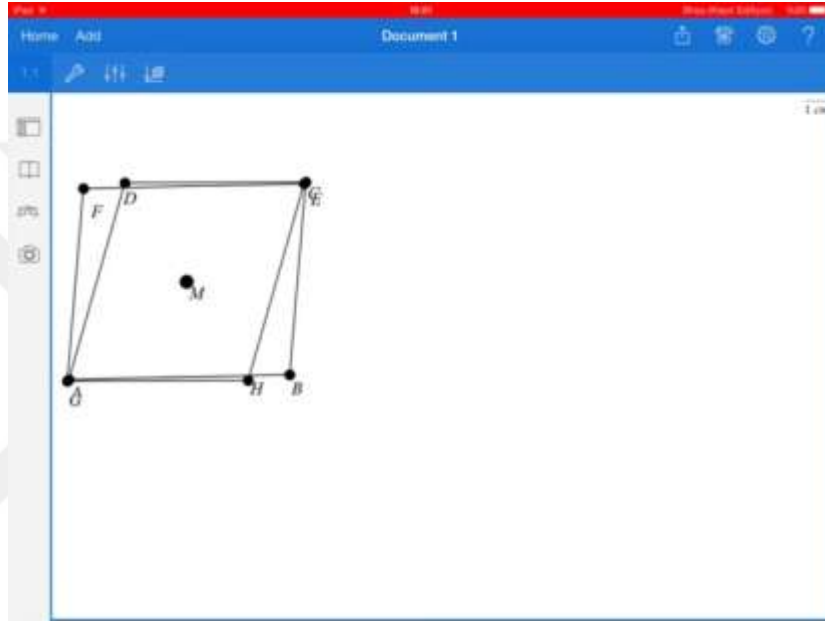
#### ***Dörtgenleri çakıştırma ve çeşitlerini belirleme***

ABCD dörtgeni ile görüntüsünü üst üste getirmek için sürükleme yapmıştır. Bunun için köşe noktalarını üst üste getirmeye çalışmıştır. İrem dörtgenleri üst üste getirerek çakıştırmak için ön analizde 1.teknik olarak verilen dörtgeni sürükleme tekniğini kullanmıştır. Burada kısıtlı sürüklemeyi kullandığı gözlemlenmiştir.

**Kare durumunu inceleme:** İrem öncelikle şekilleri ayırmış, ayrı ayrı köşelerini hareket ettirerek bir dörtgen oluşturmuş (kare) ve daha sonra sürüklemeyle üst üste getirip

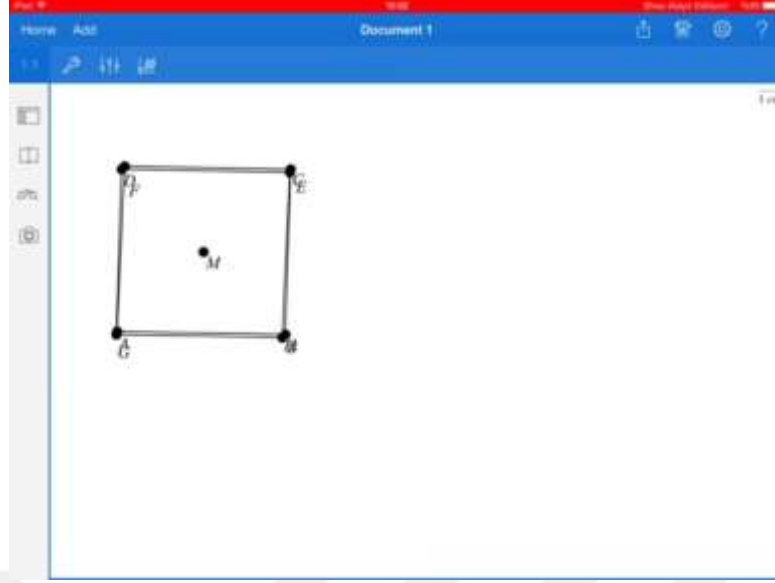
köşelerini kontrol etmiştir. Bir dörtgenin köşelerini hareket ettirdiğinde simetrisindeki köşelerin de hareket edeceğini daha önceden keşfettiği için şekilleri üst üste getirmeden özel bir dörtgen oluşturup daha sonra üst üste getirmiştir. Böylelikle İrem'in dörtgen çeşidini belirlemek için ön analizde belirtilen 2.tekniği kullandığı görülmektedir. Bu teknikte İrem'in kısıtlı sürükleme yaptığı belirlenmiştir.

Şekil 4.2'de İrem'in dörtgenleri üst üste getirme aşamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.2.** İrem'in Dörtgenleri Üst üste Getirmesine Ait Ekran Görüntüsü

Şekil 4.3'de İrem'in kare oluşturarak üst üste getirme aşamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.3.** İrem'in Kare Oluşturarak Üst Üste Getirmesine Ait Ekran Görüntüsü

*Dikdörtgen durumunu inceleme:* Dörtgenleri birbirinden ayırıp başka bir dörtgen oluşturmaya başlamıştır. Önce dikdörtgen oluşturup üst üste getirmiş ve köşelerin üst üste geldiğini görmüş, sonra herhangi bir dörtgen oluşturmuş ve sürükleyerek köşelerin üst üste gelmediğini görmüştür. İrem'in bu aşamada da kare durumunda ortaya koyduğu aynı enstrümanlı tekniği dikdörtgen için de kullandığı görülmektedir.

Öğretmene oluşturmuş olduğu bir şekli göstermiş ve paralelkenar diyebilir miyiz diye sormuştur. Daha önce dinamik geometri programını test etme ve doğrulama amaçlı yaptığı araştırmada kullanabileceğini düşünmeyen İrem, öğretmenin bunu program aracılığı ile test edebileceğini hatırlatmasıyla baklava dilimi şeklinde (eşkenar dörtgen) oluşturduğu dörtgenin açılarını ölçmüştür. Ardından dörtgenin kenar uzunluklarını ölçmüştür.

Düzgün dörtgen aracını kullanarak dörtgen çizmek istemiş ve sonra vazgeçmiştir. Bunu düşünmesi aracın özelliklerine uyum sağladığının ve aracı yönergesiz kullanmaya başladığının bir göstergesi olabilir.

İrem kare ve dikdörtgenin köşelerinin üst üste geldiğini gördükten sonra bu dörtgenlerin özellikleri ile ilişkilendirerek eşkenar dörtgende ve paralelkenarda da köşelerin üst üste geleceğini belirtmiş ancak bu cevabını desteklemek için bu iki şekli test ederek oluşturmamıştır. Bu aşamada İrem'in dörtgenlerin özelliklerinden yararlanarak bir genellemeye vardığı söylenebilir. Eşkenar dörtgeni ve paralelkenarı dinamik geometri ortamında test etmeden ve oluşturmadan çalışmasını tamamladı ancak



cevabında bu iki şeklin de elde edilebileceğini belirtmekle yetinmiştir. Daha sonra etkinlik kağıdındaki son soruya şu cevabı yazmıştır:

Kenar uzunlukları birbirlerine eşit olmalı,  
Açıları birbirlerine eşit olmalıdır.

**Şekil 4.4.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

#### 4.2.2. Etkinlik 5: Hangisi kare?

##### *Dörtgenlerin hepsi kare midir?*

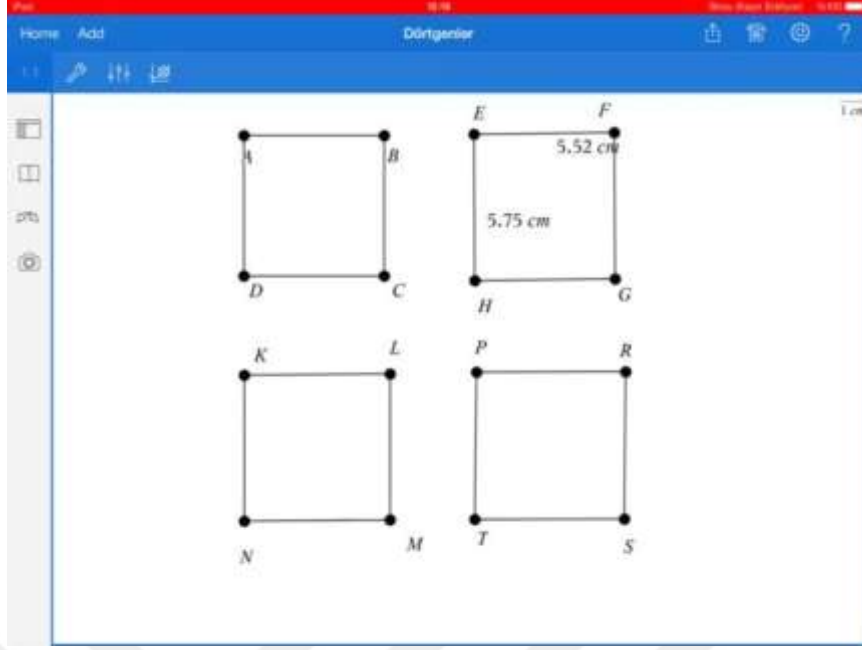
Hazır olarak verilen etkinlik dosyasını TI-Nspire ortamında açan İrem etkinliğe yönelik hazırlanmış olan etkinlik kağıdındaki birinci yönerge ile çalışmasına başlamıştır. İlk yönerge aşağıdaki soruyu içeriyordu:

Soru: “ekranda görülen dörtgenlerin hepsi kare midir?”

İrem bu soruya cevap verebilmek için tablette Cabri-Geometri ortamında hazırlanmış dosyaya geri dönmüştür. Dosyanın ana ekranında dört tane kare şeklinde çizilen figür bulunmaktadır.

İrem öncelikli olarak çalışmaya EFGH dörtgeninin iki kenar uzunluğunu ölçerek başlamayı tercih etmiştir. Önce EF kenar uzunluğunu ölçme aracını kullanarak ölçmüş ve sonucun 5.52 cm olduğunu görmüş, daha sonra EH kenar uzunluğunu ölçmüş ve sonucu 5.75 cm bulmuştur. İrem'in ölçmeyi tercih ettiği kenarların uzunlukları farklı çıkmış ve İrem bunun üzerine EFGH dörtgeninin diğer kenar uzunluklarını ölçmemiştir.

Şekil 4.5'de İrem'in dörtgenlerin kare olup olmadığını belirleme aşamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.5.** İrem'in Dörtgenlerin Kare Olup Olmadığını Belirlemesine Ait Ekran Görüntüsü

Hayır görülen dörtgenlerin hepsi kare değildir.

**Şekil 4.6.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

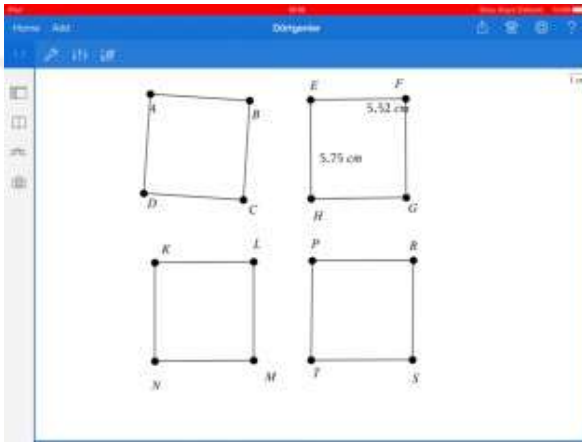
İrem'in ekranda verilen dörtgenlerden hepsinin kare olup olmadığı sorusuna cevap vermek için yaptıkları analiz edildiğinde, etkinliğin ön analizinde belirtildiği gibi sadece ölçme aracından yararlandığı ve EFGH dörtgeninin iki kenar uzunluğunu ölçerek  $3b$  tekniğini tercih ettiği görülmektedir.

İrem herhangi bir yönlendirme olmadan ve sürükleme aracını kullanmadan önce ölçme aracını kullanmayı tercih etmiştir. Ayrıca diğer dörtgenlerin de kenar uzunluklarını ölçmeden soruya cevap vererek ilk yaptığı ölçüm sonucunda sorunun cevabını bulduğunu düşünmüştür. İrem'in yapmış olduğu bu seçimde ölçme aracı ile elde ettiği sonuçları yorumladığı ve şekillerin hepsi kare olsaydı EFGH dörtgenin de ölçmüş olduğu iki kenar uzunluğunun eşit olması gerektiğini düşündüğü, böylece durumun aksine bir örnek bulduğunda bunun cevap için yeterli olduğuna inandığı görülmektedir.

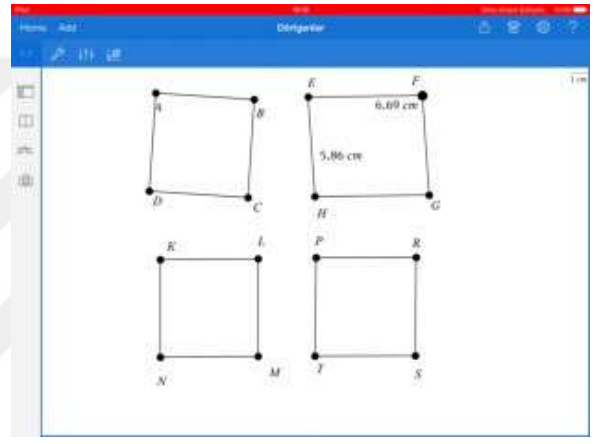
İrem cevabını verdikten sonra ABCD dörtgenini sürüklemiş ve dörtgenin A ve B köşelerinden hareket ettirildiğini belirtmiştir. Daha sonra EFGH dörtgenini

köşelerinden sürükleyerek daha önce elde etmiş olduğu ölçüm sonuçlarının değişimini gözlemlemiştir. Dörtgenin E, F ve H noktalarından hareket ettirildiğini gözlemleyerek cevabı etkinlik kağıdına yazmıştır. KLMN dörtgenini köşelerinden sürükleyerek dörtgenin K, L ve M noktalarından hareket ettirildiğini yazmış, son olarak da PRST dörtgenini köşelerinden sürükleyerek dörtgenin tüm noktalarının hareket ettirildiğini belirtmiştir.

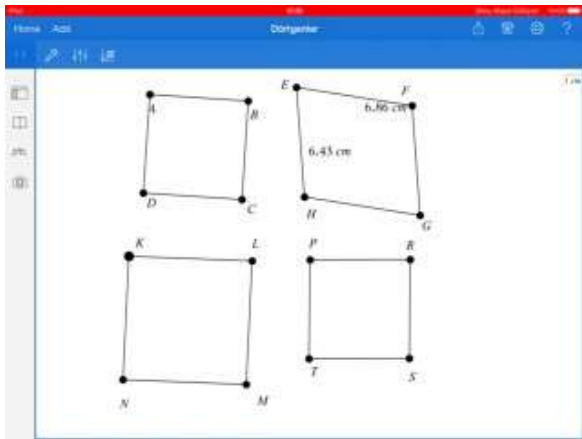
Şekil 4.7’de İrem’in a) ABCD b) EFGH c) KLMN ve d) PRST için hareketli noktaları belirleme aşamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



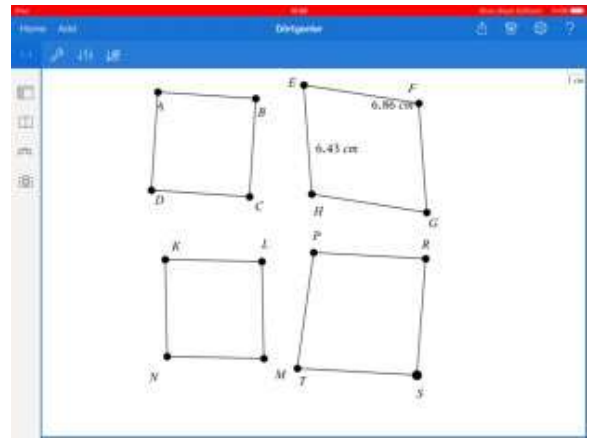
a



b



c



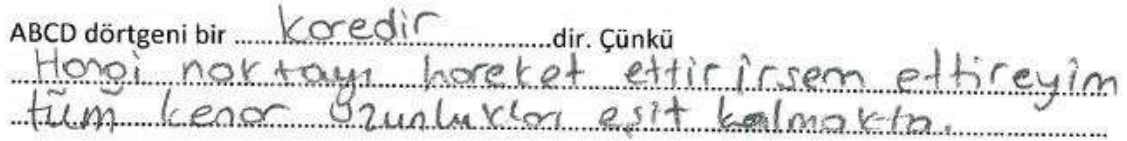
d

**Şekil 4.7.** İrem'in ABCD, EFGH, KLMN ve PRST İçin Hareketli Noktaları Belirlemesine Ait Ekran Görüntüsü

## Dörtgenlerin çeşitlerini belirleme

- *Karenin belirlenmesi*

**ABCD dörtgeni için karar verme:** İrem, dörtgenlerin hangi köşelerinin hareket ettirilebildiğini keşfettikten sonra şekillerin hareket ettirilmesine rağmen geçerliliğini koruyan özelliklerine (kritik özelliklerine) dayanarak her bir dörtgenin çeşidini belirlemeye başlamıştır. Bunun için öncelikle ABCD dörtgenini hareket ettirmiş ve ABCD dörtgeninde A ve B köşelerini tekrar hareket ettirerek gözlem yapmıştır. Gözlemi sonucunda ABCD dörtgeninin bir kare olduğuna karar vermiştir. Bu kararı vermek için sadece dörtgenin köşelerini sürüklemiştir.



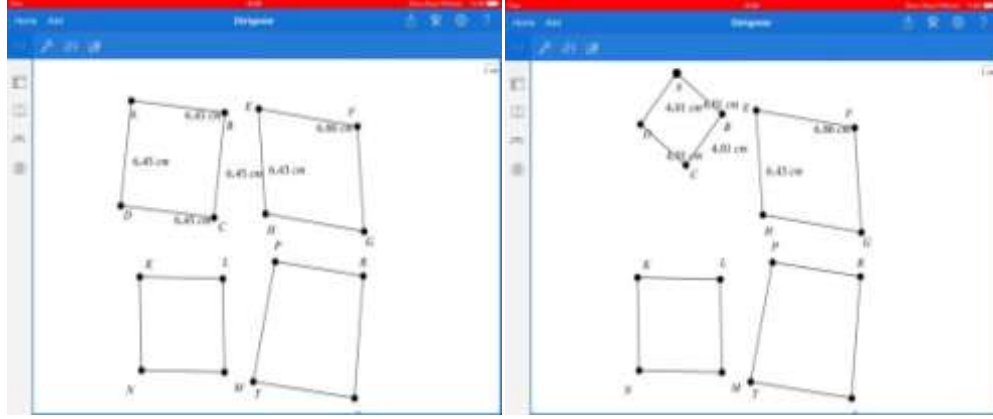
ABCD dörtgeni bir karedir dir. Çünkü  
Hangi noktayı hareket ettirirsem ettireyim  
tüm kenar uzunlukları eşit kalmakta.

**Şekil 4.8.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

İrem bu kararı verirken herhangi bir ölçüm yapmamış, sadece sürükleme ile ekrandaki değişimi gözlemleyerek bir sonuca varmıştır. Ekrandaki şeklin sürükleme sonucunda kenar uzunluklarının hep eşit kaldığına ve karşılıklı kenarlar arasındaki paralelliğin bozulmadığına ölçüm yapma gereği duymadan sezgisel olarak ulaşmıştır. İrem yaptığı bu çalışmada kararını vermek için karenin kritik özelliklerinden olan açı (90 derece) ve kenar (hepsi eşit uzunlukta) özelliklerine dayandırılmış bir açıklama yapmamıştır.

İrem'in ABCD dörtgeninin çeşidine karar vermek için sadece sürükleme aracını kullandığı ve görsel algılarından ve sezgilerinden yararlandığı için etkinliğin ön analizinde ilk teknik olarak belirtilen sürükleme tekniğini kullandığı görülmektedir. Bu enstrümanlı teknikte sürükleme tipi olarak da *ii* ile ifade edilen amaçlı sürüklemeyi yapmıştır.

Şekil 4.9'da İrem'in ABCD için yaptığı farklı sürüklemelere ait ekran görüntüleri verilmiştir.



**Şekil 4.9.** İrem'in ABCD için Yaptığı Farklı Sürüklemelere Ait Ekran Görüntüsü

**ABCD dörtgeni için kararı doğrulama:** İrem kararı verdikten ve cevabını yazdıktan sonra ABCD dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçerek hepsinin eşit olduğunu görmüştür. Ancak herhangi bir açı ölçümü yapmamıştır. Dörtgen için kare kararı veren İrem kenar uzunluklarının eşit uzunlukta olduğunu test ederek kendi düşüncesini doğrulamıştır. Daha sonra ABCD dörtgenini köşelerinden sürükleyerek kenar uzunluklarının birlikte değiştiğini gözlemlemiştir. İrem yine dörtgenin bütün kenar uzunluklarının sabit kaldığını ve karşılıklı kenarlar arasındaki paralelliğin bozulmadığını test ederek verdiği kararı doğrulamıştır. İrem'in ABCD dörtgeni için vermiş olduğu kararı doğrulamak için doğrulama ölçümü ve sürükleme testini kullandığı görülmektedir.

İrem'in karenin kavram tanımında yer alan kritik özelliklerden kenar özelliğini önce ölçme aracını kullanarak doğruladığı sonra da sürükleme aracını kullanarak test ettiği ancak açı özelliği için bu aşamaları uygulamadığı görülüyor.

- **Paralelkenarın belirlenmesi**

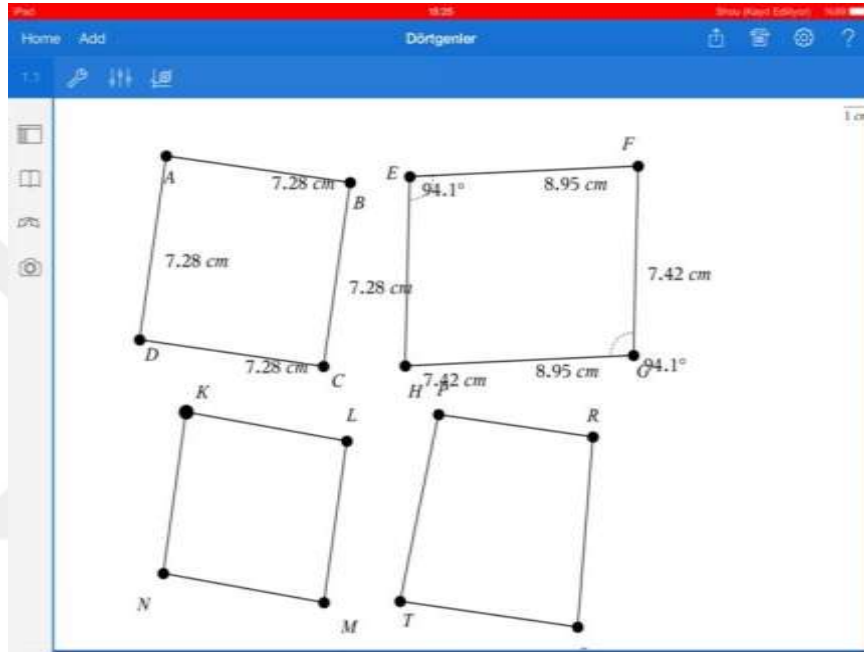
**EFGH dörtgeni için karar verme:** İrem daha önce iki kenar uzunluğunu ölçtüğü EFGH dörtgeninin diğer kenar uzunluklarını da ölçmüş ve karşılıklı kenar uzunluklarının eşit olduğunu görmüştür. Kenar uzunlukları İrem'in dörtgen çeşidine karar vermesinde yeterli olmamıştır çünkü İrem karşılıklı kenar uzunlukları eşit olan başka şekillerin var olduğu bilgisine sahiptir. Daha sonra EFGH dörtgeninin köşelerini sürükleyerek değişimi gözlemlemiştir. Bu gözlemden sonra EFGH dörtgeninin sadece karşılıklı açılarını ölçmüş ve bu açıların eşit olduğunu görmüş, dörtgenin bir paralelkenar

olduğuna karar vermiştir.

EFGH dörtgeni bir ... paralelkenar ... dir. Çünkü  
karşılıklı açıların ve kenarları birbirine eşittir.

şekil 4.10. İrem'in Etkinlik Kağına Yazdığı Cevap

şekil 4.11'de İrem'in EFGH için yaptığı ölçümlere ait ekran görüntüsü verilmiştir.



şekil 4.11. İrem'in EFGH İçin Yaptığı lmlere Ait Ekran Görüntüsü

Bu çalışmada sadece kenar uzunluklarına ait bilginin İrem'in karar vermesinde yeterli olmadığı için aı ölçümüne başvurduğu görülmektedir. İrem'in paralelkenarla ilgili "karşılıklı kenarları ve karşılıklı açıları eşit" bilgisine dayalı olarak çalışmasını organize ettiği, bu teorik bilginin sürükleme ve lme araçlarını kullanarak verilen şekil üzerinde geçerli olup olmadığını araştırdığını söyleyebiliriz.

İrem'in EFGH dörtgenine karar vermek için etkinliğin n analizinde belirtildiği gibi sürükleme, kenar lme ve aı lme araçlarını bir arada kullanıldığı 7 numaralı tekniği tercih ettiği görülmektedir. Ayrıca bu enstrümanlı teknikte amaçlı sürükleme (ii) ve amaçlı ölçüm (vi) yaptığı belirlenmiştir.

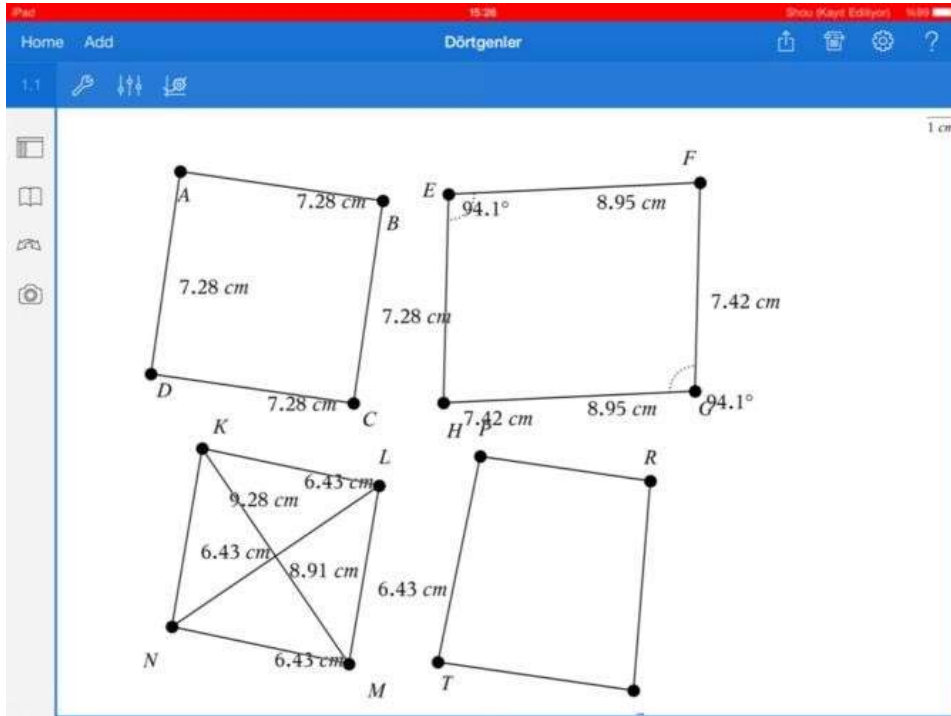
- **Eşkenar dörtgenin belirlenmesi**

**KLMN dörtgeni için karar verme:** İrem KLMN dörtgeninin çeşidine karar verebilmek için öncelikle dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüş ve bütün kenar uzunluklarının eşit olduğunu görmüştür. Bir önceki dörtgen de olduğu gibi İrem'in sadece bu veriye dayanarak bir karar vermediği, dörtgenin başka özelliklerini araştırmaya devam ettiği görülmektedir. Diğer dörtgen de yaptığından farklı olarak İrem burada KLMN dörtgeninin köşegenlerini çizmiş ve daha sonra köşegen uzunluklarını ölçmüştür. Köşegen uzunluklarının farklı olduğunu görerek KLMN dörtgeninin bir eşkenar dörtgen olduğunu belirtmiştir.

KLMN dörtgeni bir eşkenar dörtgendir.  
 Çünkü Tüm kenar uzunlukları eşittir. Ve de  
köşegenlerinin uzunlukları farklıdır.

**Şekil 4.12.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.13'de İrem'in KLMN için yaptığı köşegen çizimine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.13.** İrem'in KLMN İçin Yaptığı Köşegen Çizimine Ait Ekran Görüntüsü

İrem yaptığı bu çalışmada köşegen özelliğinden yararlanmış ve uzunlukları eşit olmadığı için eşkenar dörtgen kararını vermiştir. Bu açıklama bize İrem'in dörtgenlerin köşegen özelliklerini ayırt edici bir kritik özellik olarak kullanabildiğini göstermektedir. İrem'in eşkenar dörtgene ait kavram imgesinde kenarların kritik özellik olarak ele alındığı, açının ise karar vermede öne çıkmadığı bunun yerine köşegen özelliğinin ön plana geçtiği görülmektedir.

İrem'in KLMN dörtgeninin çeşidine karar vermek için sadece kenar ve köşegen uzunluğunu ölçümüne dayalı 2 numaralı enstrümanlı tekniği kullandığı görülmektedir. Bu teknikte amaçlı sürükleme (ii tipini) kullanmıştır.

- **Yamuğun belirlenmesi**

**PRST dörtgeni için karar verme:** İrem PRST dörtgeninin çeşidine karar vermek için öncelikle dörtgenin köşelerini sürükleyerek değişimi gözlemlemiştir. Daha sonra paralelkenar olduğuna karar verdiği EFGH dörtgeni üzerine giderek dörtgenin köşelerini hareket ettirmiş ve paralel kenarları gözlemlemiştir. Tekrar PRST dörtgenine dönerek köşelerini hareket ettirerek EFGH dörtgeninde gözlemlediği durumu bu dörtgen üzerinde incelemiştir. Yaptığı bu gözlemlerden sonra dörtgenin bir yamuk olduğunu etkinlik kağıdına aşağıdaki açıklamayı yaparak not etmiştir:

PRST dörtgeni bir yamuktur dir. Çünkü  
iki kenar paraleldir ve diğer kenarların paralellik kenarları değiştirilebilir. Çünkü, ben kenar

**Şekil 4.14.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

İrem'in PRST dörtgenini keşfetme sürecinde birbirine paralel olan kenarları belirlerken, kenarlarının paralelliklerinden emin olduğu ve paralelkenar olarak belirlediği EFGH dörtgeninden yardım aldığı görülüyor. Paralelkenar olduğunu bildiği EFGH dörtgenine giderek sürükleme yaptığı, bu sürüklemedeki amacının yazılımın (artefactın) paralellik özelliğini nasıl koruduğunu incelemek olduğu açıktır.

İrem'in PRST dörtgeninin çeşidine karar vermek için sadece sürükleme yaptığı, sürükleme sırasında gözlemlerini görsel algı ve sezgilerine dayandırdığı için 1 numaralı enstrümanlı tekniği kullandığı görülmektedir. Ayrıca bu teknikte amaçlı (i) , kısıtlı (iii) ve geometrik yer sürüklemesi (iv) yaptığı belirlenmiştir.



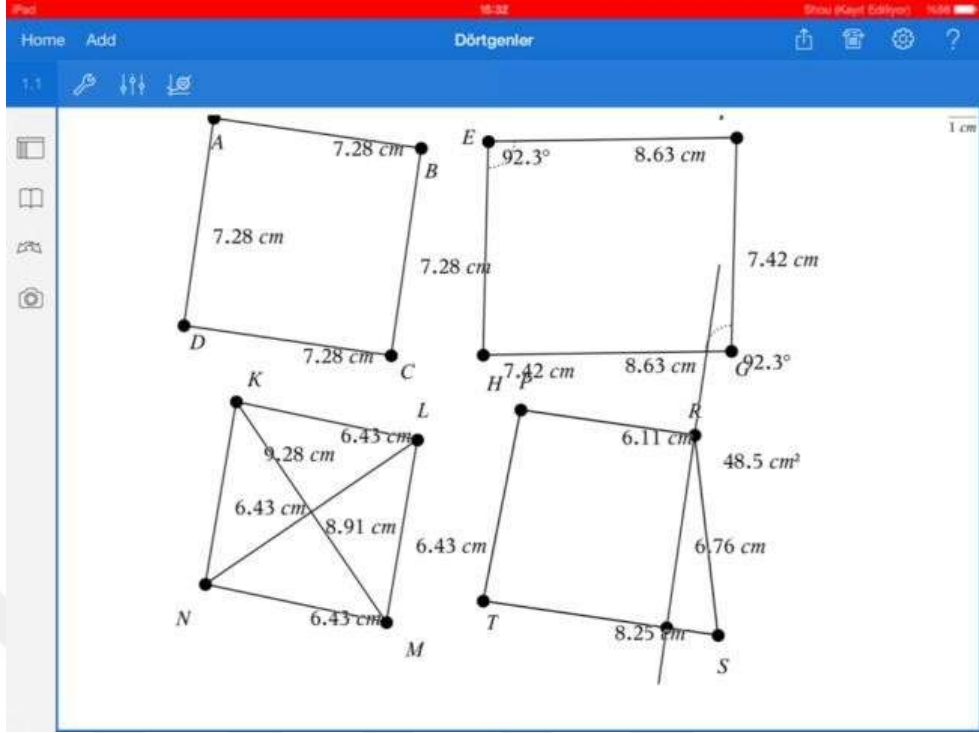
**PRST dörtgeni için doğrulama:** İrem vermiş olduğu kararı doğrulamak için çalışmasını sürdürmüştür. Bunun için PRST dörtgeninin alanını ölçmek istemiş ancak sonra vazgeçmiştir. PRST dörtgenin de paralel olduğunu düşündüğü kenarların uzunluklarını ölçmüştür. Alan ölçmek istediği için sadece paralel kenarların uzunluklarını ölçmüştür. Yükseklik oluşturmak için PRST dörtgeninin R köşesinden geçen dikmeyi çizmiştir. Dikmenin uzunluğunu ölçmek istemiş ama bunu başaramamıştır. Bunun üzerine dikme ile paralel kenarların kesişim noktalarını oluşturmuştur. Dikmenin uzunluğunu ölçebilmek için dikmenin TS kenarını kestiği noktayı belirlemiştir. Dikmeyi, uzunluğunu ölçebilmek için bir doğru parçası olarak tanımlamış ve yükseklik haline getirdiği dikmenin uzunluğunu ölçmüştür.

Alan aracı ile alanın nasıl ölçüldüğünü öğretmene sormuştur. Öğretmen bu soru karşısında neden alan ölçmek istediğini sormuş ve İrem şu cevabı vermiştir:

*İrem: Bunun bir yamuk olduğuna eminim, yamuk için gerekli malzemeleri çıkarttım(kenar uzunluklarını ve yüksekliği kast ediyor). Bunların çarpımının sonucu alanı verecek, bunu bir de alan aracı kullanarak yapmak istiyorum.*

Öğretmen alan aracını kullanabilmek için şekli tıkladığında şeklin tamamını seçmesi gerektiğini, bunun için şekli çokgen (polygon) aracı ile dörtgen olarak tanımlamak gerektiğini belirtmiştir. İrem dörtgen olarak tanımladıktan sonra alan ölçme aracını kullanarak alanı ölçmüştür. PRST dörtgeninin alanını programın hesaplama sayfasını kullanarak hesaplamaya çalışmıştır.

Şekil 4.15’de İrem’in PRST için yaptığı alan ölçümüne ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.15. İrem'in PRST İçin Yaptığı Alan Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü

İrem hesaplama aracını kullanarak alanı bir de kendi hesaplamak istemiştir. Alan için gerekli olan değerleri yazmış ancak hesaplama sonucunu bulamamış ve öğretmenden yardım istemiştir. İrem daha önce bu sayfayı kullanmadığı için öğretmenden yardım istemiştir çünkü hesaplama sayfası onun için yeni bir araçtır. Programın bulduğu alan sonucu ile kendi hesaplaması sonucu bulduğu alan sonucunu karşılaştırarak aynı olduğunu test etmek istemiş ve bu şeklin bir yamuk olduğunu kanıtlamıştır.

İçerik kenarları değişmiştir. Çünkü ben kenar uzunlukları ve yüksekliği hesapladım. Onlarla gereken işlemi yaptığımda  $(x+a) \cdot h$  area özelliğini kullanarak bulduğum sonucu buldum

Şekil 4.16. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.17'de İrem'in hesaplama sayfasını kullanarak yaptığı işleme ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.17.** İrem'in Hesaplama Sayfasında Yaptığı İşleme Ait Ekran Görüntüsü

İrem PRST dörtgeni için verdiği kararı doğrularken etkinliğin ön analizinde de belirtildiği gibi amaçlı ölçme (vi) ve ispat ölçümü (viii) nü kullanmıştır.

### **Öğretmen ile diyalog**

İrem çalışmasını bitirdikten sonra öğretmeni ona sorular yönelterek yaptıklarını anlatmasını istemiştir. Bunun üzerine İrem öğretmene yaptıklarını anlatırken şekillere tekrar dönerek bazı doğrulamalar yapmıştır.

*Öğrt: ABCD nin kare olduğunu söylerken ne yaptın?*

*İrem: Sadece kenar uzunluklarını ölçtüm ve ...*

*Öğrt: Peki kenar uzunlukları her zaman bizim karar vermemizde yeterli olur mu?*

*İrem: Hayır.*

*Öğrt: Yani bu, söylemek istediğim şu, bu şeklin kare olması için...*

*İrem: Açılarının eşit olması gerekir.*

Öğretmenle olan diyalogu sırasında önce ABCD dörtgeninin açılarını ölçmüş ve sonra (hepsi 90 derece) sürüklemiştir. ABCD dörtgeninin çeşidine karar verirken açılarını ölçmemişti ve sezgisel olarak karar vermişti. Daha sonradan kararını doğrulamak için açı ölçülerini görmek istemiştir. Açıları ölçtükten sonra sürüklemeyle de değişmediğini gözlemlemiş ve artık ABCD dörtgeninin bir kare olduğundan yapmış olduğu doğrulama ile kesin olarak emin olmuştur.

İrem öğretmenle görüşmesi esnasında yeri geldikçe sırasıyla PRST dörtgenini ve EFGH dörtgenini sürüklemiştir. İrem böylece EFGH dörtgeninin paralelkenar özelliğinden yararlanarak PRST dörtgeni için bir karara varmış ve sonunda da bunu doğrulamıştır.

İrem'in öğretmenle görüşmesi sırasında da sürükleme ve ölçme araçları için ön analizde belirtildiği gibi doğrulama ölçümü (vii) ve sürükleme testi(v) ni kullanmıştır.

Etkinliğin geneline bakıldığında öğrenciden ekranda kare şeklinde görülen dörtgenlerin çeşitlerine karar vermesi beklenmektedir. İrem'in çalışmasına bakıldığında şekilleri tek tek ele alarak bir değerlendirme yaptığı söylenebilir. Bu görev tipinde İrem sürükleme ve ölçme araçlarını kullanmış ve bu araçlardan elde ettiği dönütleri yorumlayarak şekiller hakkında kararlara varmıştır. Etkinliğin ilerleyen aşamalarında ise sürükleme ve ölçme araçlarını verdiği kararları test etmek ve doğrulamak için kullanmaya başlamıştır. Etkinlikte verilen, karenin tipik görsel örneğini yansıtan dört şeklin çeşitlerini keşfetme sürecinde İrem'in amaçlı sürükleme ve amaçlı ölçme tiplerine başvurduğu, keşfedilen dörtgenlerin kavramsal olarak doğrulanması ve ispat edilmesi sürecinde ise İrem'in sürükleme testi ve doğrulama ölçümü tiplerine başvurduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu etkinlikte İrem tarafından sürükleme ve ölçme araçlarının oldukça fazla ve amacına uygun olarak, hatta farklı çeşitlerde kullanıldığı gözlemlendi. Etkinlik kağıdındaki yönergeler azalmasına rağmen araç kullanımını azalmamış aksine keşif yapmak ve doğrulamak için sürükleme ve ölçme araçları daha fazla kullanılmıştır. Yönergelerin azalması ile birlikte öğrencinin var olan teorik bilgileri de yine araç kullanımına karar verirken ve ölçüm sonuçlarını yorumlarken ön plana çıkmıştır.

İrem dörtgen çeşitlerini belirlerken sürükleme ve ölçme araçlarını uygun durumlarda bir arada kullanmış ancak ölçme aracına çalışmasında daha fazla başvurduğu görülmüştür. Ayrıca İrem ölçme aracını gerekli olduğu yerlerde uygun biçimde kullanmıştır. Her şeklin bütün açı ve kenar uzunluklarını ölçmek yerine zamanı geldiğinde gerekli olan elemanları ölçme yoluna gitmiştir. İrem'in ölçme aracını etkinlikte beklediği şekilde kullanmasındaki diğer bir etkenin de İrem'in sahip olduğu dörtgenler bilgisi olduğu söylenebilir. İrem'in dörtgen tanımlarına ait sahip olduğu ekonomik tanımlar ölçme ve sürükleme araçlarının tanımı ortaya çıkartacak şekilde kullanılmasına yol açmıştır. Ayrıca İrem'in dörtgenleri köşegen özelliklerine göre sınıflandırmasından dolayı çalışmasında köşegen özelliklerine de yer verdiği

görülmüştür. İrem sürüklemeye ve özellikle de ölçme araçlarının program içerisinde matematiksel olarak sunduğu olanaklardan yararlanarak bu araçları matematiksel bir probleme (dörtgen çeşidine karar verme) çözüm arama sırasında kullanabilmiştir.

#### **4.2.3. Etkinlik 6: Orta nokta varignon dörtgenim**

Bu etkinlikte ABCD dörtgeninin orta nokta dörtgeni olan KLMN ile ilişkili olarak nasıl değiştiği araştırılmıştır.

##### ***Dörtgenin kenar orta noktalarını belirleme ve dörtgen oluşturma***

İrem bu etkinliğe başlarken öncelikle ABCD dörtgeninin her bir kenarının orta noktalarını midpoint aracını kullanma tekniğini ile oluşturmuştur. Orta noktaları yine ön analizde belirtilen polygon menüsünü kullanma tekniği ile birleştirerek iç bölgede yer alan bir dörtgen oluşturmuştur.

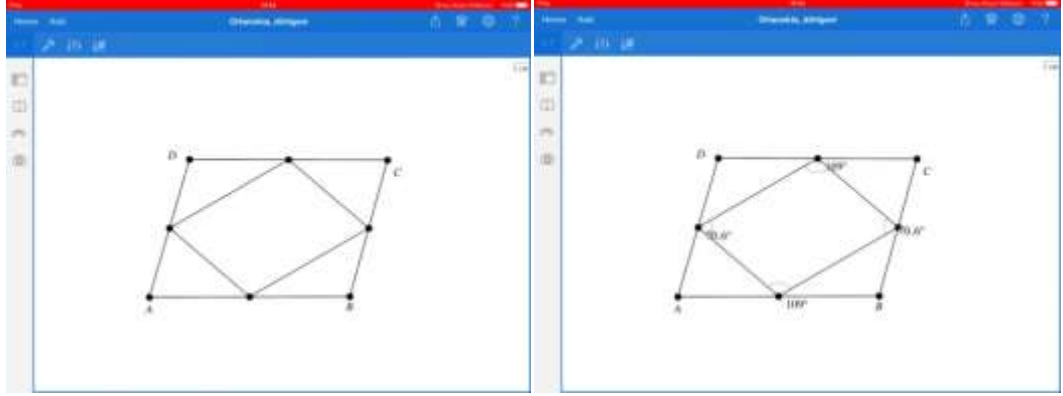
##### ***Dörtgen çeşitlerini belirleme***

İrem dörtgen çeşitlerini belirlerken bazen içerideki ve dışarıdaki dörtgenlerin çeşitlerini ayrı ayrı belirleme çözüm yolunu bazen de dışarıdaki dörtgeni özel bir dörtgen alıp içerideki dörtgeni belirleme çözüm yolunu tercih etmiştir.

##### ***İçerideki dörtgenin paralelkenar olduğu durumu inceleme***

İrem ABCD dörtgeni ile içeride oluşan orta nokta dörtgeni arasındaki ilişkiyi belirlemek için öncelikle orta nokta dörtgeninin açılarını ölçmüştür. Yaptığı ölçüm sonucunda karşılıklı açılarının eşit olduğunu görmüştür.

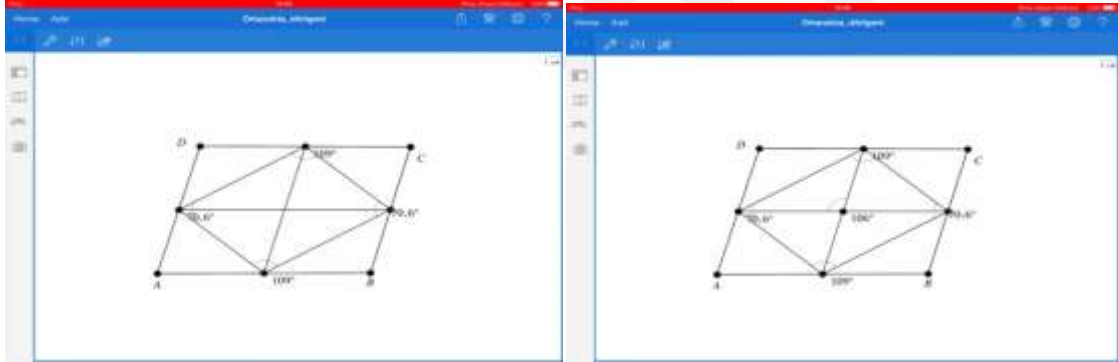
Şekil 4.18'de İrem'in içerideki dörtgen için yaptığı açı ölçümüne ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.18.** İrem'in İçerideki Dörtgen İçin Yaptığı Açı Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü

Orta nokta dörtgeninin çeşidine sadece açılara bakarak karar vermemiş, araştırmasına devam etmiştir. Orta nokta dörtgeninin köşegenlerini çizmiştir. Köşegenler arasındaki açıyı ölçmüş ve sonucu 106 derece bularak açının 90 derece olmadığını görmüştür.

Şekil 4.19'da İrem'in içerideki dörtgen için yaptığı köşegen çizimine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.19.** İrem'in İçerideki Dörtgen İçin Yaptığı Köşegen Çizimine Ait Ekran Görüntüsü

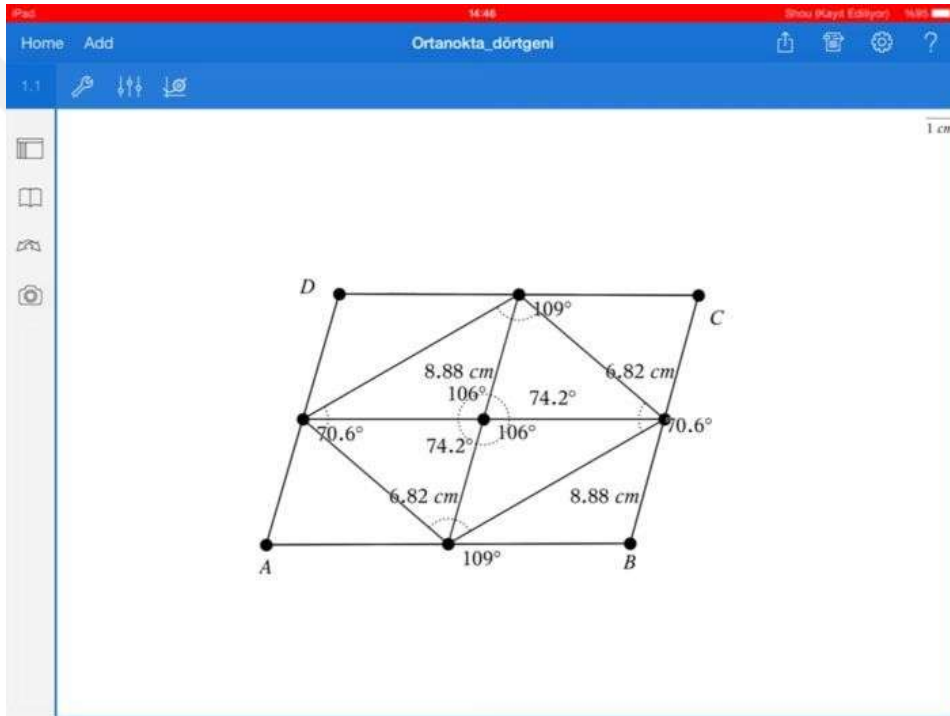
Karşılıklı açılarının eşit olduğunu gören İrem sadece açı gözlemi ile bir karara varmamış, orta nokta dörtgeninin eşkenar dörtgen olabileceğini de göz önüne alarak köşegenler arasındaki açıyı öğrenmek istemiştir.

İrem orta nokta dörtgeninin çeşidine, köşegenler arasındaki açının ölçümünden hemen sonra kararını vermemiş, öncelikle varsayımını test etmek istemiştir. Bunun için orta nokta dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüş ve 6,28 cm ve 8,88 cm sonuçlarına ulaşmıştır. İrem yaptığı bu çalışmalar sonucunda karşılıklı kenar uzunluklarının eşit olduğunu görerek şu cevabı yazmıştır:

ABCD bir dörtgendir içinde oluşan KLMN dörtgeni de paralel kenardır. Bunu; köşegenlerinin karşılıklı açılarının eşitlikleri ile, karşılıklı kenar uzunlukların birbirine eşitliği ile ve karşılıklı açılarının birbirine eşit olması ile öğledüm.

Şekil 4.20. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.21'de İrem'in içerideki dörtgen için yaptığı kenar uzunluğu ölçümüne ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.21. İrem'in İçerideki Dörtgen İçin Yaptığı Kenar Uzunluğu Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü

İrem orta nokta dörtgeninin çeşidine karar vermek için açı ölçme aracını kullanarak şeklin kritik özelliklerini test ederek dörtgen çeşidine karar vermiştir. Bu kararı verirken sadece tek bir özelliğinden değil, açı-kenar-köşegen özelliklerinden yararlanmıştır. İrem kenar orta noktaların birleştirilmesi ile içeride oluşan dörtgenin (KLMN) çeşidini keşfetmek için sadece ölçme aracından yararlanmıştır. Öncelikle ölçme tiplerinden amaçlı ölçmeyi kullanarak dörtgenin iç açılarını ve sonrada çizdiği köşegenler arasındaki açıyı ölçmüştür. Ölçme aracının vermiş olduğu geri dönüt sonrasında dörtgen hakkında bir varsayıma sahip olan İrem bu varsayımı doğrulamak

için de dörtgenin kenar uzunluklarını ölçmüş ve böylece düşüncesini doğrularak dörtgenin çeşidi hakkında bir yargıya varmıştır. Paralelkenara ait prototip örnek üzerinde kritik özelliklere odaklanarak bir yargıya varan İrem'in paralelkenara ait kavram imgesinde köşegen özelliklerinin ön plana çıktığı görülmektedir.

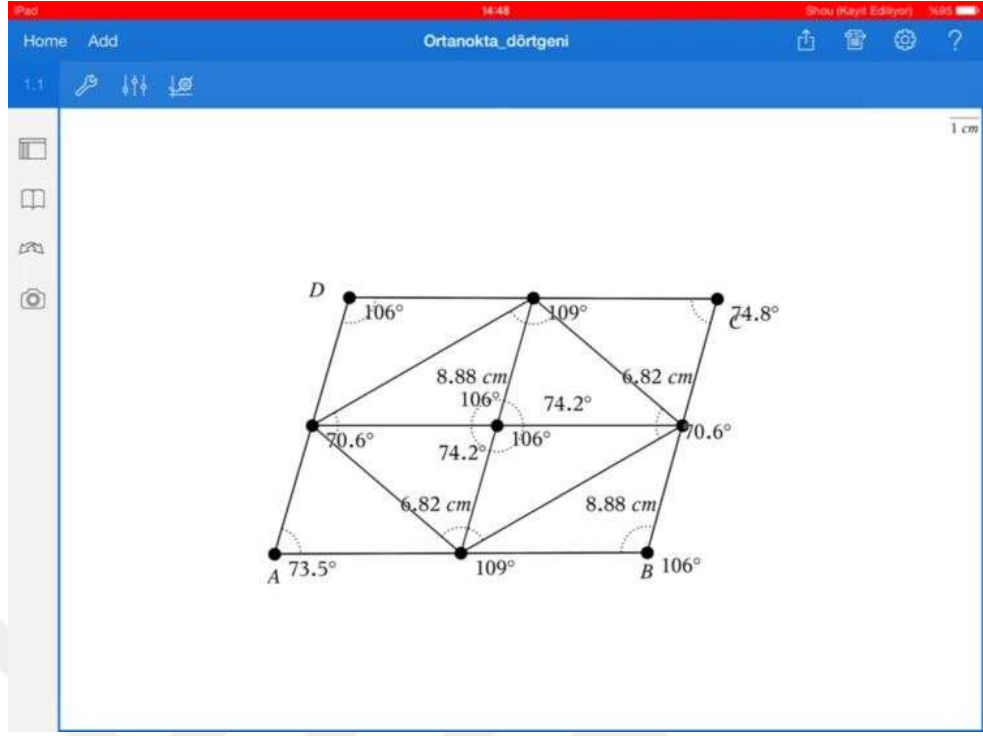
İrem'in içeride oluşan KLMN dörtgeninin çeşidine karar vermek için yaptıkları analiz edildiğinde etkinliğin ön analizinde belirtildiği gibi kenar ve açı ölçümü yaptığı için 4.tekniği tercih ettiği görülmektedir. İrem dışarıdaki ABCD dörtgeninin çeşidine karar verirken herhangi bir sürükleme ya da ölçme aracı kullanmamış ve görsel algısına göre cevap vererek 8.tekniği kullanmıştır. Bu tekniklerde ise amaçlı ölçüm ve doğrulama ölçümü yapıldığı için *vi* ve *vii* tipleri kullanılmıştır.

### ***Dışarıdaki dörtgenin herhangi bir dörtgen olduğu durumu inceleme***

İrem dışarıdaki ABCD dörtgeninin çeşidine karar vermek için öncelikle açılarını ölçmüştür (106, 73,5, 106, 74,8). Elde ettiği sonuçlara göre B ve D açıları eşit fakat A ve C açıları eşit değildir. İrem ABCD dörtgenine görsel olarak baktığında paralelkenar olduğunu düşündüğünü öğretmenle diyalogu sırasında söylemiştir ancak açılarını ölçtüktan sonra paralelkenar olmadığını, bir dörtgen olduğunu belirtmiştir.

Şekil 4.22'de İrem'in dışarıdaki dörtgen için yaptığı açı ölçümüne ait ekran görüntüsü verilmiştir.





Şekil 4.22. İrem'in Dışarıdaki Dörtgen İçin Yaptığı Açı Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü

### Öğretmenle diyalog

Bu aşamada öğrenci ve öğretmen arasında yaşanan diyalogda öğrenci paralelkenar olarak düşündüğü ABCD dörtgeninin aslında herhangi bir dörtgen olduğunu keşfediyor.

Öğrt: İlk baktığında dışarıdaki ABCD dörtgenini ne olarak düşünmüştün?

İrem: Paralelkenar.

Öğrt: Paralelkenar, şimdi bunu test etmiş oldun. Peki paralelkenar mıdır?

İrem: Değil.

Öğrt: Değil, paralelkenar değilse sence bu şekil nedir?

İrem: Dörtgendir.

Öğrenci bu diyalogdan sonra şunu yazmıştır:

Eğer, ABCD dörtgeninin kenarlarının açıları 90°  
harcında olursa, şeklimiz mutlaka paralelke-  
nardir. Eğer 90° ...

Şekil 4.23. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Öğrencinin verdiği cevaba bakıldığında ABCD dörtgeninin herhangi bir dörtgen veya paralelkenar olabileceğini düşündüğü söylenebilir. Ancak açılarını referans olarak verdiği cevaba göre (açıları 90 dereceden farklı dediği için) eşkenar dörtgen de olma durumu söz konusudur ama İrem bu noktayı gözden kaçırmıştır. ABCD dörtgeni

etkinlikte verildiği ilk haliyle paralelkenarın prototip bir örneğini yansıtmaya rağmen İrem tarafından ölçme aracının keşfetme sürecinde kullanılmasıyla aslında bir paralelkenar olmadığı, bunun için kritik özellikleri sağlamadığı ortaya çıkarılmıştır.

İrem dışarıdaki dörtgenin çeşidine karar vermek için sadece açı ölçümü yaparak 3.tekniği, içerdeki dörtgenin çeşidine karar vermek için ise görsel algısından yararlanarak 8.tekniği kullandı. Bu teknikte amaçlı ölçüm (vi) yaptı.

#### ***Dışarıdaki dörtgenin dikdörtgen olduğu durumu inceleme***

İrem başka şekilleri de araştırmak için çalışmasına devam etmiş ve ABCD dörtgeninin köşelerini hareket ettirerek bu etkinlikte sürüklemeyi ilk kez kullanmıştır. Sürükleme yaparak açılarının değişimini gözlemlemiştir. İrem paralelkenar oluşturmak için çok hızlı sürüklemeye yaptığından eşit açılarını yakalamada zorluk yaşamıştır.

İrem paralelkenarı oluşturmak için sürüklemeye yaparken başka bir durumu keşfetmiş ve bu duruma uygun sürüklemeye başlamış, keşfettiği durumu da yazmıştır:

Handwritten text in Turkish: "Nedir. Eğer 90° ise dikdörtgen şeklindeki ise şekil estenör dörtgen, eğer kare ise şekil".

**Şekil 4.24.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

İrem ABCD dörtgenin dikdörtgen olduğunu söylerken kritik özellik olan kenarları ölçmeden bir yargıya varmıştır. Burada İrem'in görsel algısına göre karar verdiği, açılarının dik açı olduğu durumda ekranda gördüğü kenar uzunluklarının görsel olarak eşit olamayacağı ve dolayısıyla dörtgenin de kare olmayacağı sonucuna vardığını söyleyebiliriz.

İrem dışarıdaki dörtgenin çeşidine karar vermek için sadece sürüklemeyi kullanarak yararlandığı ve görsel algısı ve sezgilerine göre karar verdiği için 1 numaralı tekniği tercih etmiş oldu. İçerideki dörtgenin çeşidine karar verirken de daha önce yapmış olduğu ölçüm sonuçlarını sürüklemeye hareketiyle birlikte gözlemleyerek görsel algısına göre kararını verdi ve yine 1 numaralı tekniği kullandı. Bu teknikte kısıtlı sürüklemeye yaparak *iii* tipini kullandı. Dışarıdaki dörtgenin kare olarak seçilmesi

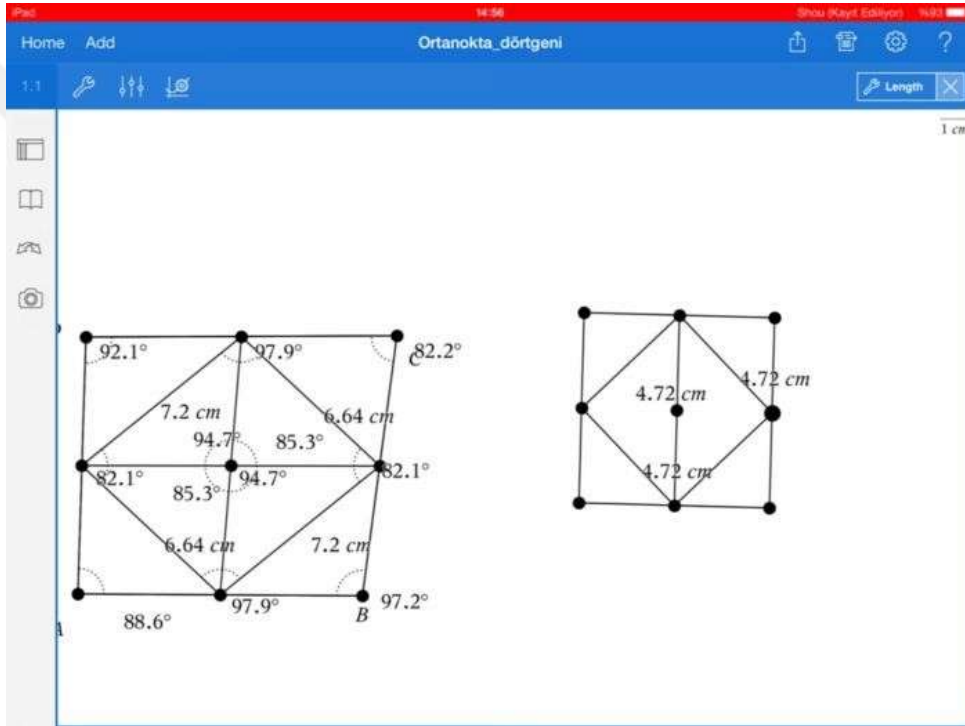
İrem çalışma sayfasının başka bir yerinde Cabri Geometri programının düzgün çokgen aracını kullanarak bir kare oluşturmuştur. Karenin kenarlarının orta noktalarını

belirlemiş ve orta noktaları birleştirerek içeride bir dörtgen oluşturmuştur. İçerideki dörtgenin köşegenlerini çizmiştir. İçerideki dörtgenin kenar uzunluklarını ölçerek kenar uzunluklarının eşit olduğunu gözlemlemiş ve bir karara varmıştır.

şekil estenen dörtgen, eğer kare ise şekil karedir. Estenen dörtgen ise şekil dikdörtgen

Şekil 4.25. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.26'da İrem'in dışarıdaki dörtgeni kare olarak oluşturmasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.26. İrem'in Dışarıdaki Dörtgeni Kare Olarak Oluşturmasına Ait Ekran Görüntüsü

İrem sürüklemeye yaparak kare elde etmek yerine düzgün çokgen aracı ile bir kare çizmeyi ve bunun üzerinde gözlem yapmayı tercih etmiştir. Açıları sürüklemek ve istenen açılar elde etmek İrem'e zor gelmiş olabilir. Ayrıca İrem içerideki şeklin kare olduğuna karar verirken aslında sezgileriyle hareket etmiştir. Çünkü karar vermek için sadece kenar uzunluğu ölçmüştür.

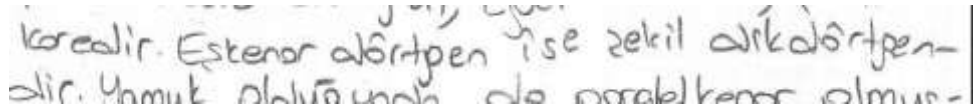
ABCD dörtgenini oluşturma biçiminde kare olarak oluşturan İrem ABCD dörtgeni için tekrardan herhangi bir ölçüm ya da sürüklemeye yapmamıştır. Bu durum İrem'in programın özelliklerine güvendiğini göstermektedir. Dışarıdaki kareye bağımlı olarak

oluşan içerideki dörtgenin de kare olduğunu söylerken aslında İrem'in görsel algısına başvurduğunu görebiliyoruz. Çünkü bu aşamada karenin kritik özelliklerinden olan açıya bakılmamış ve kenar özelliğine de varsayımını oluşturduktan sonra doğrulama amacıyla bakılmıştır.

Dışarıdaki dörtgeni özel (kare) bir dörtgen olarak alan İrem içeride oluşturduğu dörtgenin çeşidini belirleyebilmek için görsel algısından ve sezgilerinden yararlanarak etkinliğin ön analizinde belirtilen 8.tekniği kullandı. Bu tekniği uygularken de doğrulama ölçümü yaparak *vii* tipini kullanmıştır.

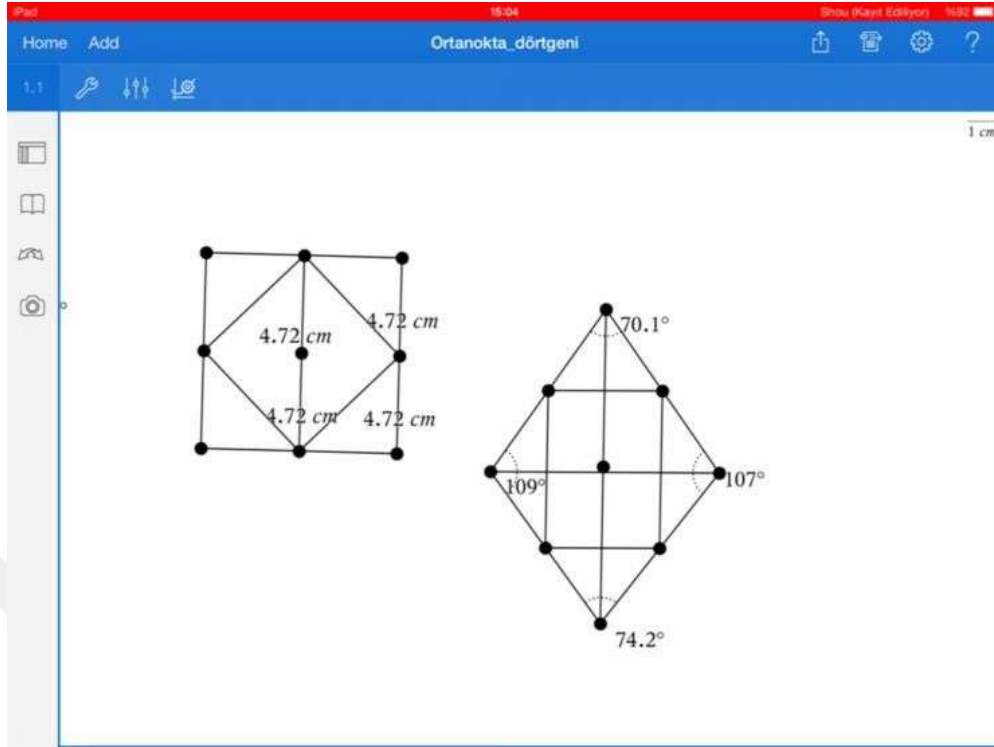
### ***Dışarıdaki dörtgenin eşkenar dörtgen olarak seçilmesi***

İrem çalışmasına bir dörtgen çizerek ve köşelerini sürükleyerek devam etmiştir. Ekranda çizdiği dörtgenin köşelerini hareket ettirerek bir eşkenar dörtgen görünümünü elde etmeye çalışmıştır. İrem farklı bir şekil üzerinde eşkenar dörtgeni incelemek istemiş, yine ilk şekil üzerinde çalışma yapmayı tercih etmemiştir. Karşılıklı köşe çiftlerinden bir tanesinin orta noktasını belirlemiştir. Orta noktalarını bulduğu köşe noktalarından geçen köşegeni çizmiştir. Sonra diğer köşelerden geçen köşegeni çizmiştir. Köşegenleri kesiştirmek için sürüklemeye yapmıştır. İkinci çizdiği köşegen ilk çizdiği köşegenin orta noktasından geçmemiş, bu nedenle şekli sürükleyerek iki köşegenin de orta noktada kesişmesini sağlamıştır. Oluşturduğu dörtgenin açılarını ölçmüş ve daha sonra dörtgenin kenarlarının orta noktalarını bulmuş ve orta noktaları birleştirerek içeride bir dörtgen oluşturmuştur. Dışarıdaki dörtgenin köşelerini hareket ettirerek içerideki dörtgenin değişimini gözlemlemiştir. İçerideki dörtgen için herhangi bir açı ya da kenar uzunluğu ölçümü yapmadan kararını vermiş ve şu cevabı yazmıştır:



**Şekil 4.27.** *İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap*

Şekil 4.28'de İrem'in dışarıdaki dörtgeni eşkenar dörtgen olarak oluşturmasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.28.** İrem'in Dışarıdaki Dörtgeni Eşkenar Dörtgen Olarak Oluşturmasına Ait Ekran Görüntüsü

Dışarıdaki dörtgen aslında eşkenar dörtgen değildir, karşılıklı açılar birbirine yakın ancak eşit değildir, ama İrem bunu bir eşkenar dörtgen olarak kabul etmiştir. İrem'in burada sadece şekli gözlemleyerek, paralel olan kenarların özelliğinin bozulmadığını fark ederek bir karara vardığını söylemek mümkün olabilir. Çünkü düşüncesine ulaşmak için ya da düşüncesini test etmek için herhangi bir ölçüm yapmadı ve sezgileri ile hareket etti. İrem'in belli bir aşamadan sonra artık programın özelliklerine alıştığı için düşüncesini bile test etme gereği duymadığını söyleyebiliriz.

Dışarıdaki dörtgeni özel (eşkenar dörtgen) bir dörtgen olarak alan İrem içeride oluşturduğu dörtgenin çeşidini belirleyebilmek için görsel algısından ve sezgilerinden yararlanarak etkinliğin ön analizinde belirtilen 8.tekniği kullandı. Ayrıca İrem eşkenar dörtgeni oluştururken geometrik yer sürüklemesi ve doğrulama ölçümü yaparak *iv* ve *vii* tiplerini kullanmıştır.

### ***Dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğu durumu inceleme***

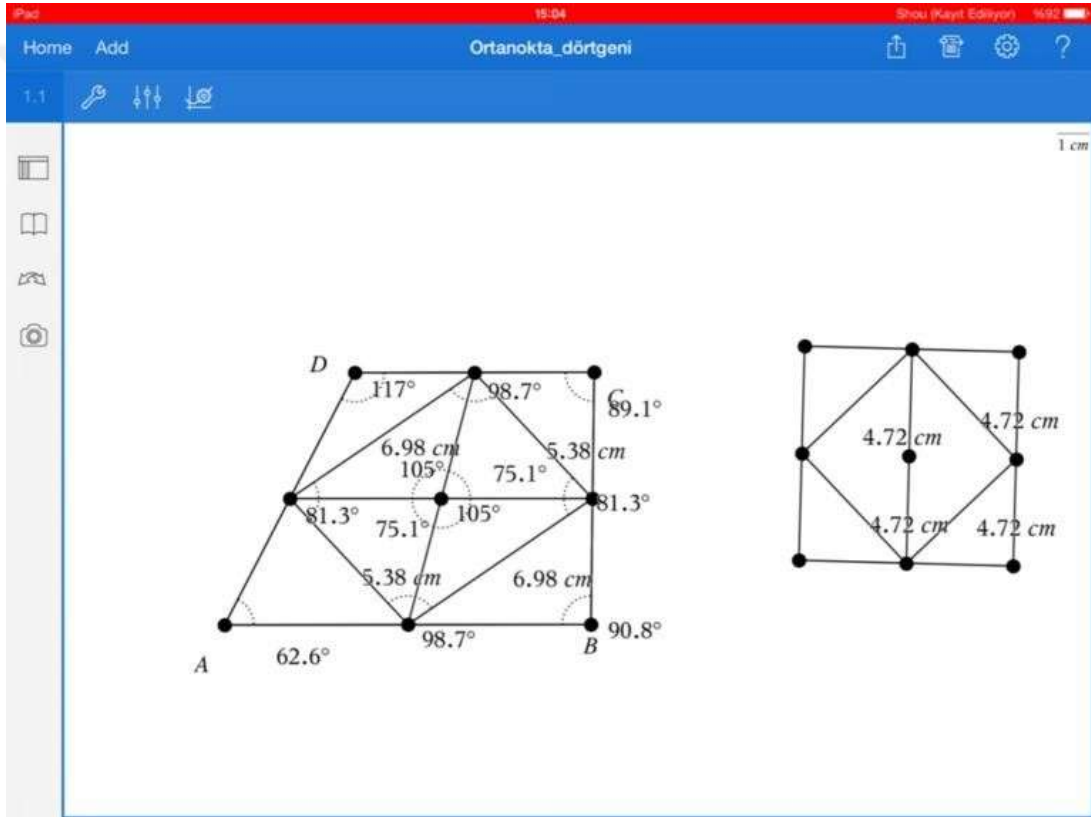
İrem çalışmasına ABCD dörtgenini yamuk oluşturmak için sürükleyerek devam

etmiştir. Hareketi sonucunda içerideki dörtgeni gözlemlemiş ve cevabını yazmıştır:

dir. Yamuk olduğunda da paralelkenar olmuştur.

Şekil 4.29. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.30'da İrem'in dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğu durumu incelemesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.30. İrem'in Dışarıdaki Dörtgenin Yamuk Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü

Yamuk şeklini gözlemlemek için başka bir şekil çizmemiş ve ilk dörtgen üzerinde çalışma yapmıştır. İrem özel dörtgenlerde ise farklı bir dörtgen çizmeyi tercih etmiştir. Bu durum İrem için sürükleme ile şekli elde etmeyi pratik bulmadığı şeklinde yorumlanabilir. Yamuk şekline karar vermek için sadece sürükleme aracından yararlanmış ve sezgisel olarak karar vermiş ancak kenarların paralelliğini göstermek için açı ölçümü de yapabilirdi.

İrem dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğuna karar vermek için sadece sürüklemeyen yararlanmıştır ve görsel algısı ve sezgilerine göre kararını vermiştir. Böylelikle 1 numaralı tekniği tercih etmiştir. İçerideki dörtgenin çeşidine karar verirken de sürükleme hareketiyle birlikte görsel algısına başvurmuş ve yine 1 numaralı tekniği kullanmıştır. Bu teknikte gizli geometrik yer sürüklemesi yaparak *iv* tipini kullanmıştır.

İrem'in dörtgenlere ait kavramsal ön bilgisi oldukça yeterlidir. Bu etkinlikte ölçme ve sürükleme araçlarını daha çok düşüncesini test etmek ve doğrulama yapmak için kullandığı gözlemlenmektedir. Araştırma yapmak için kendisi başka şekiller çizip bu şekil üzerinde çalışma yapmaktadır. İrem'in bu etkinlikte aracın özelliklerine, potansiyel ve sınırlılıklarına alıştığı söylenebilir.

İrem bu etkinlikte hem sürükleme hem de ölçme araçlarını bir arada kullanmış ancak ölçme aracını kullanmayı daha sık tercih etmiştir. Ölçme aracı ile birlikte de genel olarak önce dışarıdaki dörtgen çeşidini belirleyip sonra içerideki dörtgen hakkında karar verme eğilimindedir.

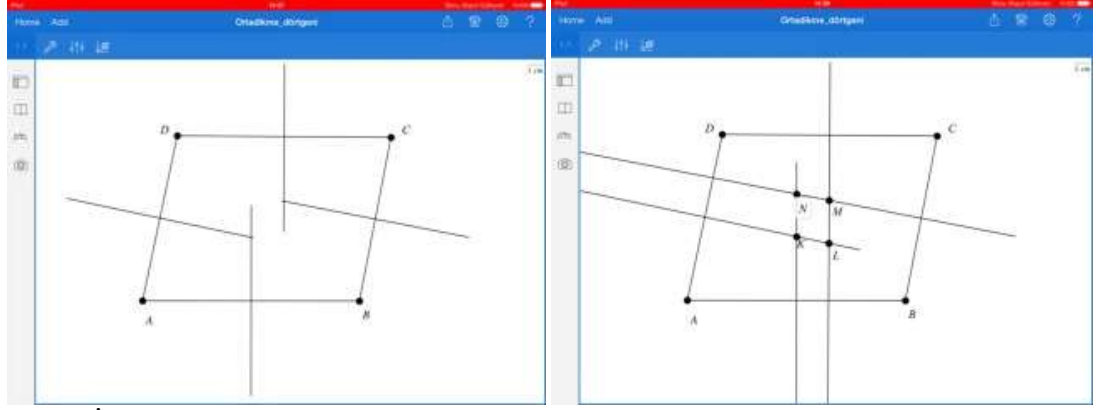
#### **4.2.4. Etkinlik 7: Orta dikme varignon dörtgenim**

Bu etkinlikte ABCD dörtgeninin kenar orta dikmeleri ile oluşturulan KLMN dörtgeni ile ilişkili olarak nasıl değiştiği araştırılmıştır.

##### ***Kenar orta dikme oluşturma ve kesişim noktalarını belirleme***

İrem bu etkinliğe öncelikle ABCD dörtgeninin kenar orta dikmelerini oluşturarak başlamıştır. Kenar orta dikmelerin bazılarının iç bölgede kesişmediğini görmüştür. Bunun üzerine doğrulardan ikisini uzatmış, diğerlerini uzatmadan kesişim noktası aracını kullanarak dikmelerin kesişim noktalarını oluşturmuş ve bu noktalara K, L, M, N isimlerini vermiştir.

Şekil 4.31'de İrem'in kenar orta dikmelerin kesişim noktalarını belirlemeye ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.31.** İrem'in Kenar Orta Dikmelerin Kesişim Noktalarını Belirlemeye Ait Ekran Görüntüsü

İrem kenar orta dikmeleri oluştururken etkinliğin ön analizinde belirtildiği gibi orta dikme aracını kullanmıştır. Oluşturduğu bu dikmelerin kesişim noktasını belirlerken yine ön analizde belirtildiği gibi kesişim noktası aracını kullanarak 1.tekniği tercih etmiştir.

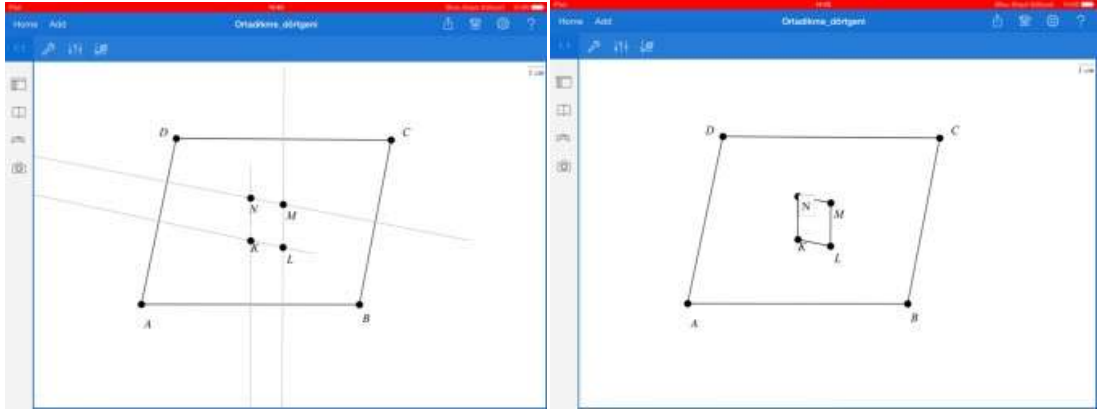
#### ***Dörtgen oluşturma ve kenar orta dikmeleri saklama***

İrem kenar orta dikmeleri saklamak istemiş ancak kesişim noktalarını çokgen aracı ile birleştirerek dörtgen oluşturmadığı için saklama aracını kullandığında bütün doğrular saklanmış ve ekranda sadece dört nokta (kesişim noktaları) kalmıştır. Daha sonra yaptığı aşamaları geri alma menüsünü kullanarak geri almıştır. Aslında saklama yapmadan önce çokgen aracı ile dörtgen oluşturması gerekiyordu ve bu aşama etkinlik kağıdında açıkça yazılarak belirtilmişti, ancak İrem o aşamayı okumadan bir sonraki aşamaya geçtiği için problemle karşılaşmıştır. Daha sonra çokgen aracını kullanarak kesişim noktalarını birleştirmiş ve KLMN dörtgenini oluşturmuştur. Çokgen aracının kullanımında daha önceki etkinliklerde hata yaparken bu etkinlikte hata yapmadan doğru bir şekilde kullanmıştır. İrem karşılaştığı problem sonucunda yaptığı saklama aşamalarını programın özelliğini kullanarak geri almış ve etkinlik kağıdını tekrar okuyarak dörtgen oluşturması gerektiğini anlamıştır.

İrem kenar orta dikmeleri saklamak için ön analizde belirtilen tekniği tercih ederek sakla/göster menüsünü kullanmıştır.

Şekil 4.32'de İrem'in kenar orta dikmeleri saklamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.





Şekil 4.32. İrem'in Kenar Orta Dikmeleri Saklamasına Ait Ekran Görüntüsü

### ***Dörtgen çeşitlerini belirleme***

- ***İç ve dış dörtgenleri birlikte inceleme***

Etkinliğin bu aşamasında İrem dış dörtgenin durumuna göre iç dörtgeni belirlerken lineer bir çalışma takip etmemiştir. Aşağıda İrem'in çalışması iki sütun şeklinde biri dış dörtgenle diğeri iç dörtgenle ilgili eylemleri İrem'in kendi çalışma akış sırasına uygun vermek üzere yan yana aktarılmaktadır.

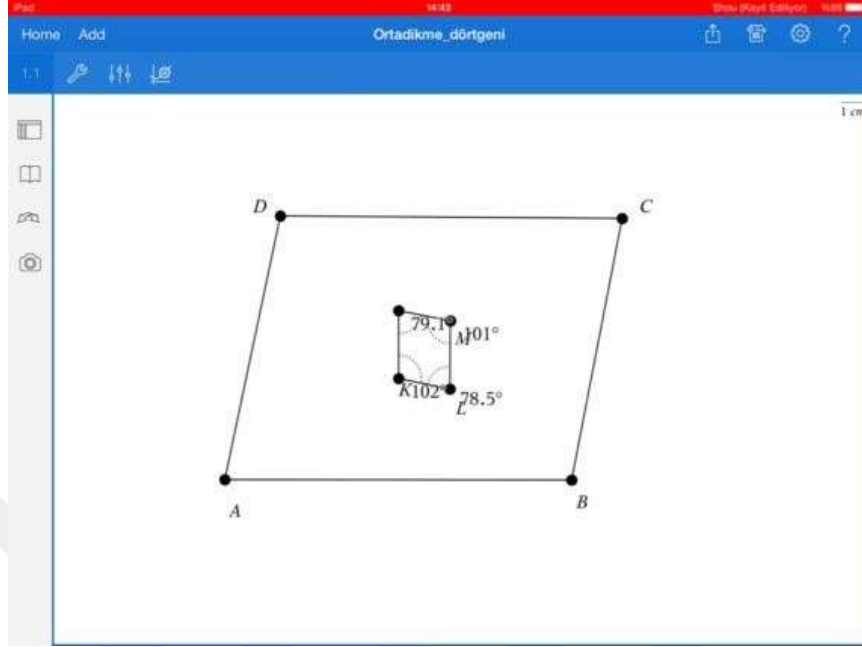
#### **Dış dörtgen için yapılanlar**

ABCD dörtgenini köşelerinden hareket ettirmiştir. ABCD dörtgeninin köşelerini sürükleyerek içerideki KLMN dörtgeninin açılarının değişimini gözlemlemiştir. İrem bu gözlem sonucunda henüz dörtgen çeşidine karar vermemiştir. ABCD dörtgeninin açılarını ölçmüştür (79.8, 77.1, 99.1, 104) ABCD'yi sürükleyerek içerideki ve dışarıdaki dörtgenlerin açılarının değişimini gözlemlemiştir.

#### **İç dörtgen için yapılanlar**

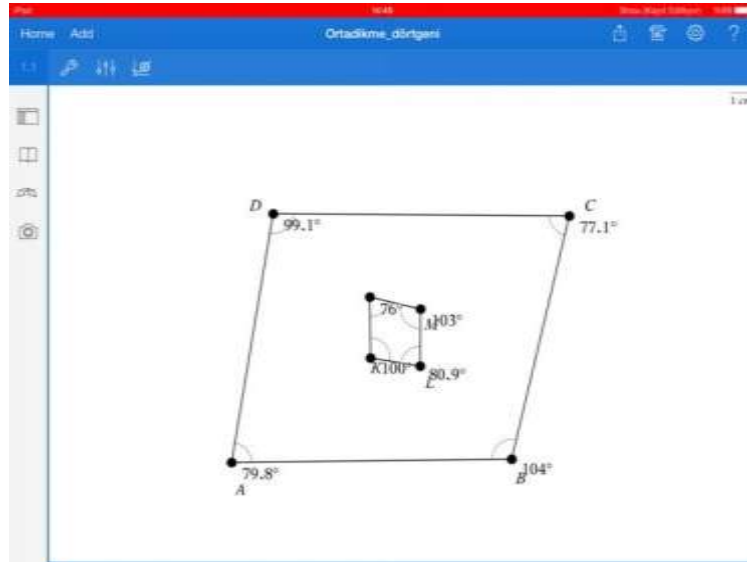
KLMN dörtgeninin açılarını ölçtür. Karşılıklı açılarının eşit olmadığını görmüştür (79.1, 78.5, 102, 101).

Şekil 4.33'de İrem'in içerideki dörtgen için açı ölçmesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.33. İrem'in İçerideki Dörtgen İçin Açı Ölçmesine Ait Ekran Görüntüsü

Şekil 4.34'de İrem'in dışarıdaki dörtgen için açı ölçmesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.34. İrem'in Dışarıdaki Dörtgen İçin Açı Ölçmesine Ait Ekran Görüntüsü

ABCD dörtgeni paralelkenar olduğundan içerideki dörtgen de paralelkenar olur.

Şekil 4.35. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

İrem içeride oluşan KLMN dörtgeninin çeşidine karar verirken açı ölçümü ve sonrasında sürüklenme yapmış ve ön analizde belirtilen 6.tekniği kullanmıştır. Dışarıdaki ABCD dörtgeninin çeşidine karar vermek için de sürüklenme ve açı ölçme yaptığı için 6.tekniği kullanmıştır. Bu tekniklerde kullanılan sürüklenme ve ölçme araçlarında ön analizde belirtilen  $ii$  ve  $vi$  tiplerini tercih etmiştir.

Hem içerideki hem de dışarıdaki dörtgenlerin karşılıklı açıları eşit değildir fakat yakın değerlere sahiptir, İrem bunları eşit olarak kabul etmiş ve kararını vermiştir, açıları eşitlemek için tekrar bir sürüklenmeyle uğraşmamıştır.

- ***Dışarıdaki dörtgenin dikdörtgen olduğu durumu inceleme***

İrem dışarıdaki ABCD dörtgenini sürüklerken öğretmenle aralarında bir diyalog yaşanmıştır.

### ***Öğretmenle diyalog 1***

*Öğrt: Dışarıyı ne yapmaya çalışıyorsun?*

*İrem: Şimdi bunu kareye benzetmeye çalışıyorum.*

*Öğrt: Peki kenar uzunluklarının eşit olduğunu biliyor musun?*

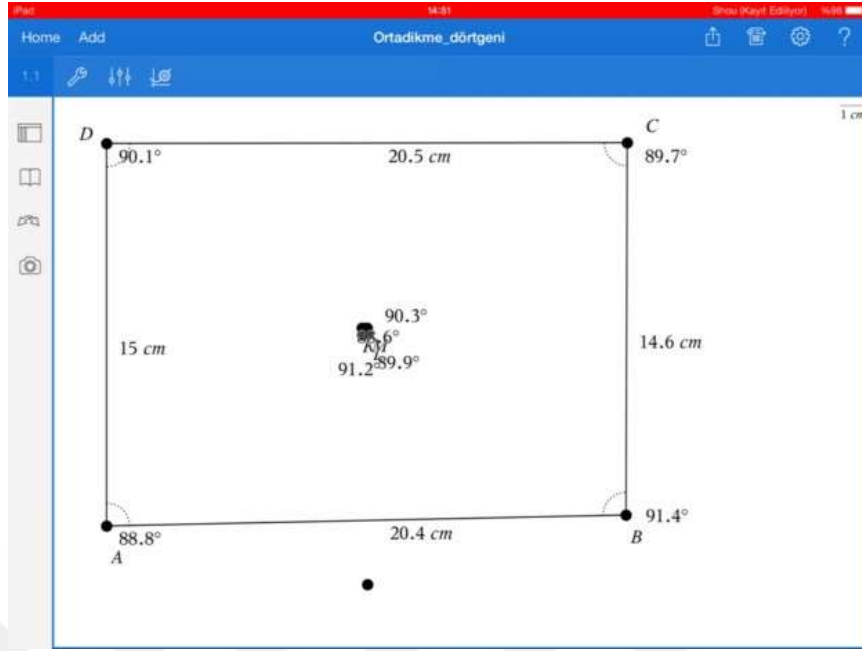
*İrem: Hiç düşünmemiştim.*

İrem sadece açılara göre kare oluşturmaya çalışıyordu, öğretmen bunu görünce İrem'i kare için kritik bir özellik olan kenar uzunluklarını göz önüne almaya sevk etmiştir. Bunun üzerine İrem ABCD dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüştür. Ölçüm sonrasında bütün kenar uzunluklarının eşit olmadığını görmüştür. ABCD dörtgenini hareket ettirmiştir. Sürüklenmeyle birlikte hem açıların hem de kenar uzunluklarının değişimini gözlemlemiştir. Sürüklemeyi kenar uzunluklarını eşitlemek için de kullanmıştır.

ABCD, dikdörtgen olursa, KLMN noktaları birleşmekte ve ortaya sadece bir nokta almaktadır.

**Şekil 4.36. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap**

Şekil 4.37'de İrem'in dışarıdaki dörtgenin dikdörtgen olduğu durumu incelemesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.37.** İrem'in Dışarıdaki Dörtgenin Dikdörtgen Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü

İrem dışarıdaki ABCD dörtgenini kare oluşturmak için sürüklerken başka bir durumu keşfederek dikdörtgen oluşturmuştur. Bunu yaparken de ön analizde belirtildiği gibi sürükleme ve ölçme yaparak 5.tekniği kullanmıştır. İçeride oluşan dörtgen için ise görsel algısından yararlanmış ve 8.tekniği kullanmıştır. Bu tekniklerde kısıtlı sürükleme (iii) ve amaçlı ölçme (vi) yapmıştır.

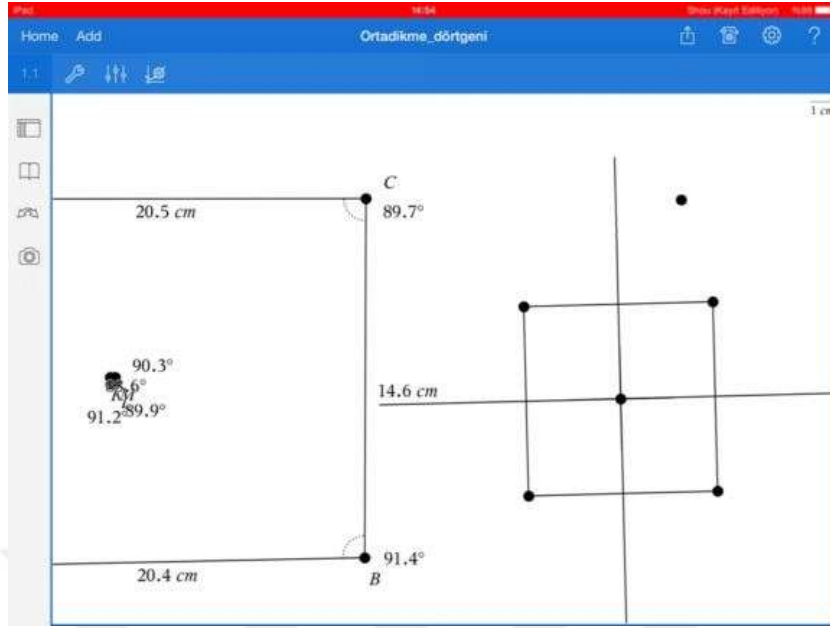
- ***Dışarıdaki dörtgenin kare olarak seçilmesi***

İrem düzgün çokgen aracı ile bir kare oluşturmuş ve yine burada da ilk şekli sürükleyerek kare oluşturmak yerine düzgün çokgen aracı ile kare oluşturmayı tercih etmiştir. Karenin kenar orta dikmelerini çizmiştir. Kenar orta dikmeleri çizdikten sonra bir karara varmıştır:

ABCD kare olursa da yine KLMN üst üste  
biner ve sadece bir noktaya olur.

**Şekil 4.38.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.39'da İrem'in dışarıdaki dörtgenin kare olarak seçilmesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.39. İrem'in Dışarıdaki Dörtgenin Kare Olarak Seçilmesine Ait Ekran Görüntüsü

Dışarıdaki dörtgeni özel bir dörtgen (kare) şeklinde var olan dörtgeni sürükleyerek oluşturmak yerine düzgün çokgen aracını kullanarak oluşturan İrem karenin kenar orta dikmelerinin tek bir noktada kesiştiğini görerek herhangi bir sürükleme ya da ölçme aracını kullanmadan görsel algısından yararlanarak içerideki dörtgen için kararını vermiştir. Böylelikle etkinliğin ön analizinde belirtilen 8.tekniği kullanmıştır.

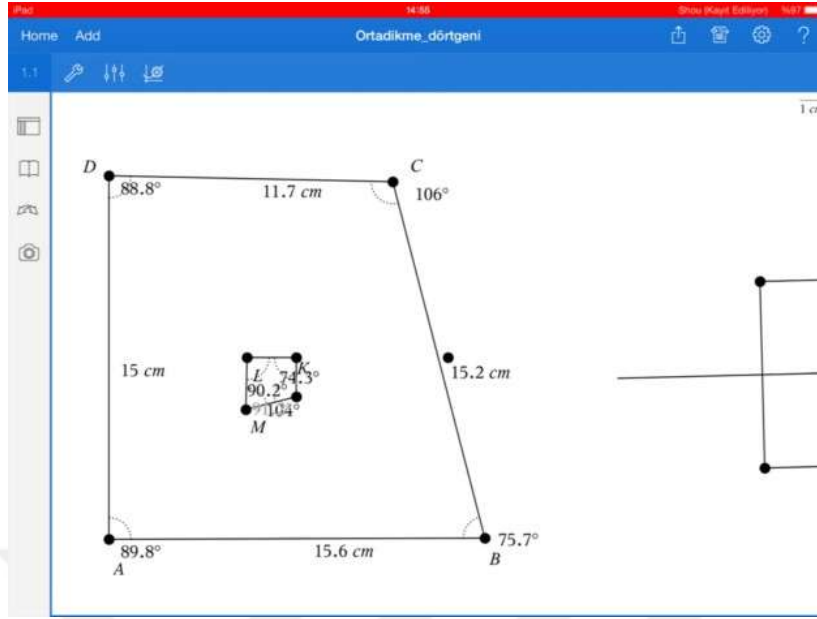
- ***Dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğu durumu inceleme***

İrem dışarıdaki ABCD dörtgenini hareket ettirerek sürükleme ve gözlem sonucunda bir karara varmıştır:

ABCD yamuk olursa KLMN de yamuk olur.

Şekil 4.40. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.41'de İrem'in dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğu durumu incelemesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.41. İrem'in Dışarıdaki Dörtgenin Yamuk Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü

İrem hem dışarıdaki hem de içerideki dörtgenlerin çeşitlerine karar vermek için sadece sürüklemeye yapmış ve ön analizde belirtilen 1. tekniği kullanmıştır. Bu tekniği kullanırken de sürüklemeye tipi olarak *iii* tipini yani kısıtlı sürüklemeyi uygulamıştır. Bu cevabın ardından hemen şu cevabı da yazmıştır:

Gözlemlerime göre açılar  $90^\circ$  olduğunda içerideki dörtgenin bir nokta olduğunu belirtmek istemiş.

Şekil 4.42. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Öğrenci daha önce bulduğu sonuçları genelleyerek dışarıda oluşturduğu şeklin açılarının  $90$  derece olduğunda içerideki dörtgenin bir nokta olduğunu belirtmek istemiştir.

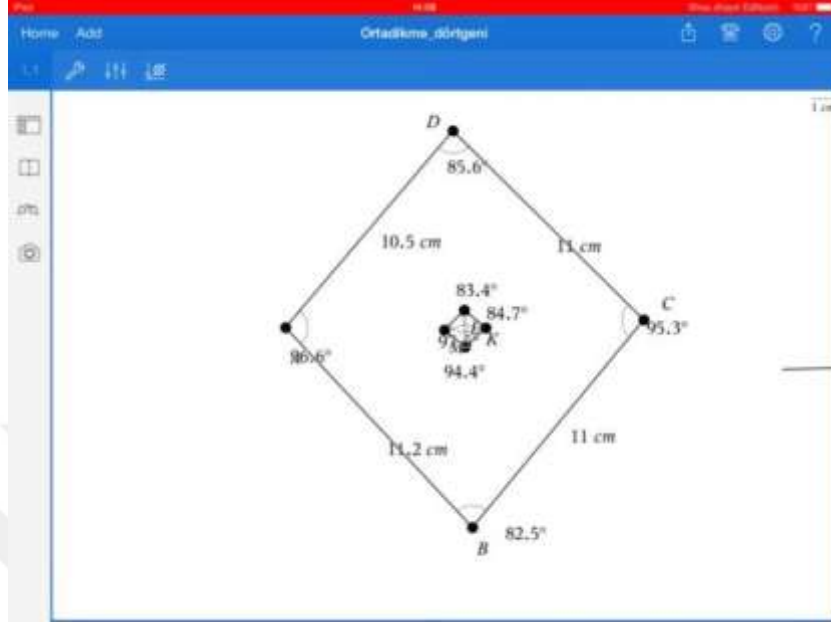
- **Dışarıdaki dörtgenin eşkenar dörtgen olduğu durumu inceleme**

İrem dışarıdaki ABCD dörtgenini sürüklemiş ve gözlem sonucu bir karara varmıştır:

ABCD Eşkenar dörtgen olursa, KLMN de eşkenar dörtgen olur.

Şekil 4.43. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.44’de İrem’in dışarıdaki dörtgenin eşkenar dörtgen olduğu durumu incelemesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.44. İrem’in Dışarıdaki Dörtgenin Eşkenar Dörtgen Olduğu Durumu

#### İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü

İrem KLMN dörtgeninin eşkenar dörtgen olduğu kararını verirken dörtgenin sadece açı değerlerine göre bir sonuca ulaşmış, eşkenar dörtgen olduğunu göstermek için herhangi bir kenar uzunluğu ölçümü yapmamıştır (paralelkenar da olabilirdi). Bu sonuca varırken yine sezgisel olarak düşündüğü söylenebilir.

İrem hem dışarıdaki hem de içerideki dörtgenlerin çeşitlerine karar vermek için sadece sürükleme yapmış ve ön analizde belirtilen 1.tekniği kullanmıştır. Bu tekniği kullanırken de sürüklemenin *iii* tipi olan kısıtlı sürüklemeyi uygulamıştır.

İrem bu etkinlikte dörtgenleri çokgen aracı ile oluşturmanın önemini saklama aracını kullanırken fark etmiştir. Bu etkinlikte sürükleme ve ölçme araçlarını keşif için daha çok ardışık olarak kullanmıştır. İrem yine kullandığı araçlardan elde ettiği dönütleri yorumlayarak genellemeler oluşturmuştur.

#### 4.2.5. Etkinlik 8: Açıortay varignon dörtgenim

Bu etkinlikte ABCD dörtgeninin açıortayları ile oluşturulan KLMN ile ilişkili olarak nasıl değiştiği araştırılmıştır.

- *Açıortayları, kesişim noktalarını ve açıortay dörtgenini oluşturma*

İrem öncelikle ABCD dörtgeninin her bir açısına ait açıortaylarını oluşturmuştur. Açıortayların bazıları iç bölgede kesişmemiş ve açıortayların kesişim noktalarını oluşturmuştur. Kesişmeyen doğruları uzatmamış, kesişim noktası aracının özelliğini kullanmıştır. Kesişim noktalarını çokgen aracı ile birleştirerek dörtgen oluşturmuş ve oluşturduğu dörtgenin köşelerine isim vermiştir.

- ***Dörtgen çeşidine karar verme ve açıortayları saklama***

### ***İç ve dış dörtgenleri birlikte inceleme***

#### ***Dış dörtgen için yapılanlar***

ABCD dörtgeninin açılarını ölçmüş ve karşılıklı açılarının eşit olmadığını görmüştür (99, 96.9, 81.4, 82.7).

ABCD dörtgeninin köşelerini hareket ettirmiş ve içerdeki ve dışarıdaki dörtgenin açılarındaki değişimi gözlemlemiştir.

ABCD dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüş ve ABCD dörtgenini hareket ettirmiştir. Sürükleme ile açıların ve kenar uzunluklarının değişimini gözlemlemiştir.

#### ***İç dörtgen için yapılanlar***

KLMN dörtgeninin açılarını ölçmüş ve karşılıklı açılarının eşit olmadığını görmüştür (90.9, 89.1, 89.8, 90.2).

Kenar uzunluklarını ölçerken öğretmen bir uyarıda bulunmuştur. İrem etkinlik kağıdında yönergelerde açıkça yazılmasına rağmen açıortayları saklamamıştır bunun üzerine öğretmen açıortayları saklayabileceğini hatırlatmıştır. Bunun üzerine İrem açıortayları saklamış ve kenar uzunluklarını ölçmeye devam etmiştir.

Eğer ABCD paralelkenar olursa KLMN de paralelkenar.

**Şekil 4.45. İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap**

İrem burada yanlış cevap verdi denebilir. İçerideki şekil bir dikdörtgen olmasına



rağmen bunu paralelkenar olarak almıştır, aslında açı değerleri 90 dereceye oldukça yakındır. Öğrenci içerideki dörtgenin kenar uzunluklarını da ölçmemiştir.

İrem dışarıdaki dörtgenin çeşidine karar vermek için ön analizde belirtilen sürüklenme ve kenar ve açı ölçme araçlarını kullanarak 7.tekniği tercih etmiştir.

Bununla birlikte içerideki dörtgenin çeşidine karar vermek için ise sürüklenme ve açı ölçme araçlarını kullanarak 6.tekniği uygulamıştır. Bu tekniklerde sürüklenme ve ölçme araçlarının *ii* ve *vi* tiplerini kullanmıştır.

- ***Dışarıdaki dörtgenin kare olduğu durumu inceleme***

İrem ABCD dörtgenini hareket ettirmiş ve sürüklemeyi dışarıdaki şekli kare oluşturmak için yapmıştır.



**Şekil 4.46.** *İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap*

İrem hem dışarıdaki hem de içerideki dörtgenlerin çeşitlerini belirlemek için sadece sürüklenme aracını kullanmış ve ön analizde belirtildiği gibi 1.tekniği tercih etmiştir. Bu stratejide de kısıtlı sürüklenme yaparak *iii* tipini kullanmıştır.

- ***Dışarıdaki dörtgenin dikdörtgen olduğu durumu inceleme***

İrem dışarıdaki ABCD dörtgenini hareket ettirmiş ve sürüklemeyi dışarıdaki şekli dikdörtgen yapmak için kullanmıştır. Sürüklenme sonunda içerideki şekil için bir sezgi oluşturmuş aslında ama kesin kararını verebilmek için içerideki dörtgenin kenar uzunluklarını ölçmek istemiştir (kare olup olmadığını kontrol etmek için). KLMN dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüştür. Bütün kenar uzunluklarının eşit olduğunu görmüş ve bunun üzerine kesin kararını vermiştir.



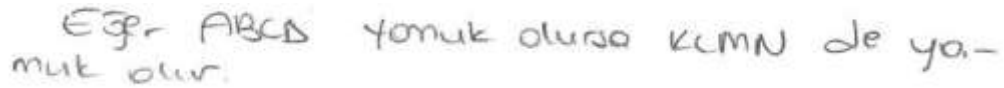
**Şekil 4.47.** *İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap*

Zaten sürüklenme sonucunda bütün açılar da 90 derece olmuştur. Kenar uzunluklarını ölçmek İrem'in kararını vermesinde etkili olmuştur. Aslında kenar uzunluklarını ölçmeden önce kare kararına varmıştı ancak kararını doğrulamak istemiş ve ölçüm yapmıştır.

İrem dışarıdaki dörtgenin çeşidine karar verirken sadece sürükleme yapmış ve ön analizde belirtilen 1.tekniği kullanmıştır. Bununla birlikte içerideki dörtgenin çeşidine karar verirken de sürükleme ve kenar ölçme araçlarını kullanarak 5.tekniği tercih etmiştir. Bu tekniklerde sürükleme ve ölçme araçları *iii* ve *vii* tiplerinde kullanılmıştır.

- ***Dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğu durumu inceleme***

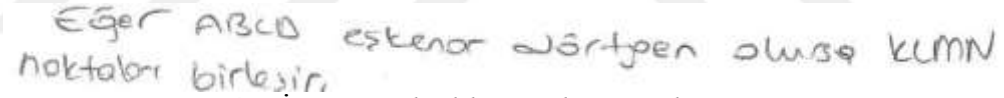
İrem dışarıdaki ABCD dörtgenini hareket ettirmiş ve sürüklemeyi dışarıdaki şekli yamuk yapmak için kullanmıştır.



**Şekil 4.48.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

İrem hem dışarıdaki hem de içerideki dörtgenlerin çeşitlerine karar vermek için sadece sürükle aracını kullanarak ön analizde belirtilen 1.tekniği tercih etmiştir. Bu teknikte kısıtlı sürükleme yaparak *iii* tipini kullanmıştır.

- ***Dışarıdaki dörtgenin eşkenar dörtgen olduğu durumu inceleme***



**Şekil 4.49.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

İrem hem dışarıdaki hem de içerideki dörtgenlerin çeşitlerine karar vermek için sadece sürükle aracını kullanarak ön analizde belirtilen 1.tekniği tercih etmiştir. Bu teknikte kısıtlı sürükleme yaparak *iii* tipini kullanmıştır.

- ***Ek soru ile dışarıdaki yamuğun türünü belirleme***

İrem çalışmasını diğer etkinliklere ve diğer öğrencilere göre oldukça hızlı tamamlamıştır. Bunun üzerine öğretmen İrem'in biraz daha düşünmesini sağlamak için ondan içerideki dörtgenin noktalarının tek bir noktada kesiştiğinde dışarıdaki dörtgenin hangi tür yamuk olması gerektiğini araştırmasını istemiştir. İrem bunun üzerine çalışmasına devam etmiştir.

İrem dışarıdaki ABCD dörtgenini hareket ettirmiş ve sürüklemeyi içerideki noktaların tek noktada kesiştiği durumu yakalayacak şekilde yapmış ve birden fazla durumu gözlemlemiştir.

Eğer ABCD dik yonuk ise KLMN'nin noktaları birleşir. Fakat bazı yonuklarla da tüm noktalar birleşebilir. Bu durum, yonukun özel bir yonuk olabileceğini göstermez, veya acılar ya da uzunlukla alakalı bir ilişki yoktur.

**Şekil 4.50.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

İrem ABCD dörtgenini tekrar hareket ettirmiş ve yine sürüklemeyi noktaları tek noktada kesiştirecek şekilde yapmış ve bir durumu daha gözlemlemiştir.

İrem hem içerideki hem dışarıdaki dörtgenin çeşidine karar vermek için sürüklemeyi yapmış ve 1. tekniği kullanmıştır. Bu teknikte gizli geometrik yer sürüklemesi yaparak *iv* tipini tercih etmiştir.

**Şekil 4.51.** İrem'in Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

İrem'in ölçmeyi gerektiği yerde kullanmadığında kavramsal olarak yanlış cevaplar verebildiği gözlemlendi (dörtgen çeşidini belirlerken). Bu son etkinlikte diğerlerine göre oldukça hızlı çalıştığı gözlemlendi.

### 4.3. İrem'in Enstrümantal Oluşumu

Bu bölümde İrem'in süreç etkinlikleri uygulamaları sonucunda sürüklemeyi ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine değinilmiştir. Sürüklemeyi ve ölçme araçlarının enstrümana dönüşüm süreçlerinde İrem'in oluşturduğu zihinsel şemalar enstrümantal oluşum çerçevesinde kullanım şemaları ve enstrümanlı eylem şemaları başlıkları altında ele alınmıştır. Enstrümanlı eylem şemaları uygulanan süreç etkinliklerinde ortaya çıkan dörtgen çeşidini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme ve dörtgen oluşumları gibi görev tipleri kapsamında açıklanacaktır. İrem'in kullanım şemalarına ise bütün öğrencilerin kullanım şemalarının birlikte verildiği bölümde değinilmiştir.

#### 4.3.1. İrem'in enstrümanlı eylem şemaları

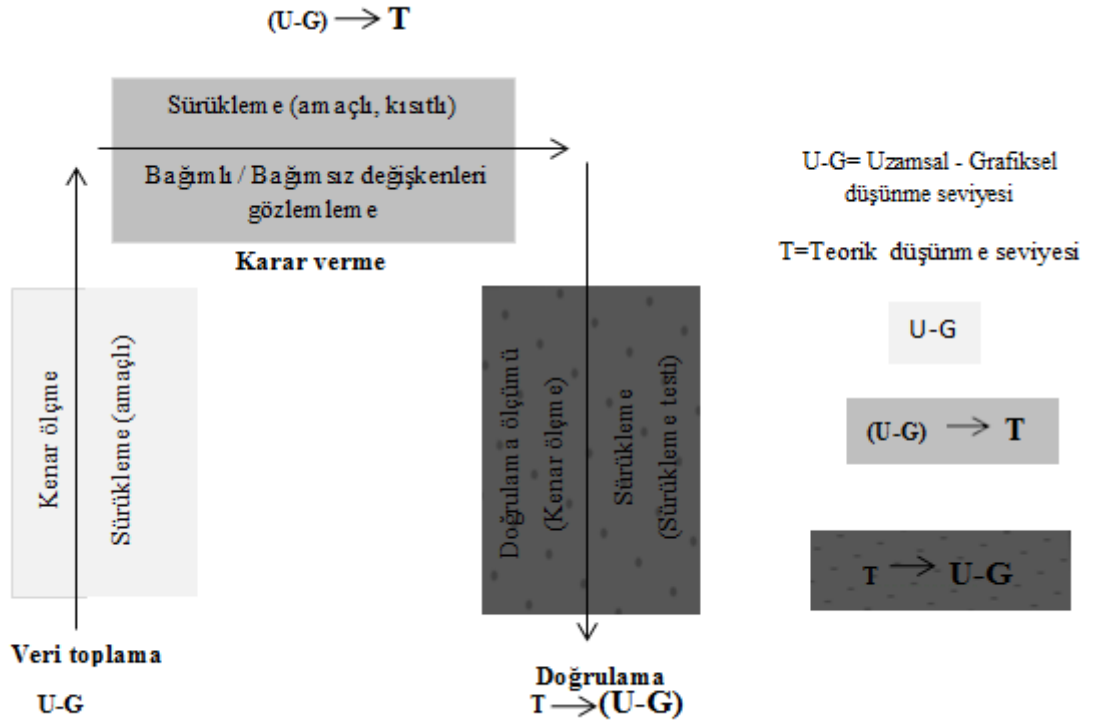
***Dörtgen çeşitlerini belirleme enstrümanlı eylem şeması***

***- Kare ve dikdörtgeni belirleme enstrümanlı eylem şeması***

- *Veri toplama (sürükleme ile desteklenen kenar ölçme ile):* İrem'in dörtgen çeşitlerinden kare ve dikdörtgeni belirleyebilmek için aynı enstrümanlı eylem şemasına sahip olduğu görülmektedir. Kare ve dikdörtgeni belirlemek için İrem öncelikle kenar ölçme aracını kullanmaktadır. Kenar uzunluklarını ölçtükten sonra ise sürükleme aracından yararlanmaktadır. Böylece ölçmüş olduğu kenar uzunluklarının değişimini gözlemleyerek dörtgen çeşidi için bir karara varmaktadır. Bu süreçte *amaçlı ölçme* ve *amaçlı sürükleme* yapmaktadır.
- *Karar verme:* İrem kareyi ve dikdörtgeni belirlemek adına veri toplamak için kenar ölçme aracını, gözlem yapmak ve karar vermek için de sürükleme aracını kullanmaktadır. Kare ve dikdörtgenin kavramsal özelliği gereğince açılı özelliklerinin aynı olması İrem'in bu dörtgenler için aynı eylem şemasını oluşturmasında etkili rol oynamaktadır. Öyle ki İrem oluşturduğu şemada kare ve dikdörtgenin açılarının 90 derece olması ve dinamik ortamın sürükleme aracı ile bu açı özelliğinin kolaylıkla gözlemlenmesine fırsat vermesi nedeniyle açı ölçme aracını veri toplamak için kullanma gereği hissetmemektedir. Bu durum İrem'in dörtgenlere ait görsel algısının karar verme sürecinde oldukça ön planda olduğunu göstermektedir.
- *Doğrulama (sürükleme testi ile):* Ayrıca İrem dörtgenin bir kare ya da bir dikdörtgen olduğuna karar verdikten sonra bu kararını doğrulamak için yine kenar ölçme ve sürükleme araçlarından yararlanmaktadır. Bu süreçte kararını doğrulamak amacıyla *doğrulama ölçümü* ve *sürükleme testi* yapmaktadır.

İrem kare ve dikdörtgeni belirlemek için yaptığı çalışmaların başında kenar ölçme ve sürükleme aracını bir veri toplama ve karar verme aracı olarak kullanırken aynı araçları çalışmanın ilerleyen aşamalarında doğrulama aracı olarak kullanmaktadır. Bu durum İrem'in dinamik ortamda aynı artefaktı farklı amaçlarla kullanarak farklı enstrümanlara dönüştürdüğü bir göstergesidir.

Şekil 4.52'de İrem'in kare ve dikdörtgeni belirleme süreci gösterilmektedir.



**Şekil 4.52. İrem'in Kare ve Dikdörtgeni Belirleme Süreci**

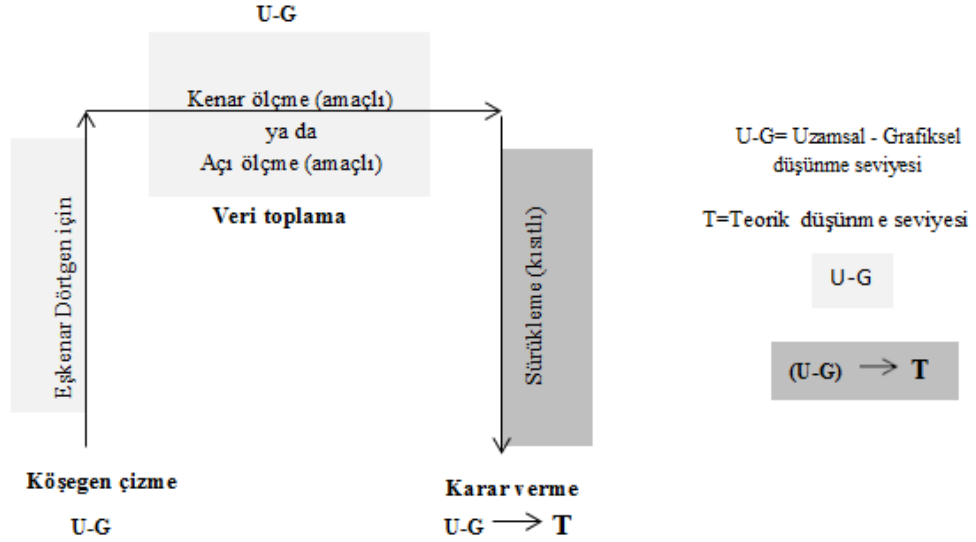
**-Eşkenar dörtgeni belirleme enstrümanlı eylem şeması**

- *Köşegeni kullanarak karar verme:* İrem bir dörtgenin eşkenar dörtgen olduğunu belirlemek için köşegen çizimi yapmaktadır. Dörtgenin köşegenlerini çizerek bu köşegenlerin uzunluklarını ve köşegenlerin kesiştikleri noktada oluşan açıyı ölçmektedir. Bu durum İrem'in köşegeni, eşkenar dörtgeni diğer dörtgenlerden ayıran temel özellik olarak aldığını göstermektedir. Köşegen, İrem'in eşkenar dörtgeni belirleme sürecinde bir karar verme aracı halinde kullanılırken bu kararın verilmesini sağlamak için de ölçme aracı veri toplama aracı olarak kullanılmaktadır.

İrem ayrıca eşkenar dörtgeni belirlemek adına köşegen çiziminin yanı sıra kenar ölçme ve sürükleme ya da açı ölçme ve sürükleme araçlarını da bir arada kullanmaktadır. Eşkenar dörtgeni belirlerken özel olarak açı ölçme ve sürükleme açığa çıkmaktadır. Elde edilen ölçüm sonuçlarını gözlemleyebilmek için kenar uzunluğu ya da açı ölçümünden hemen sonra sürükleme aracı kullanılarak karar verme süreci desteklenmektedir. Bu aşamada *amaçlı* yapılan ölçümler *kısıtlı* sürüklemeler ile

gözlemlenmekte ve karar verilmektedir.

Şekil 4.53'de İrem'in eşkenar dörtgeni belirleme süreci gösterilmektedir.



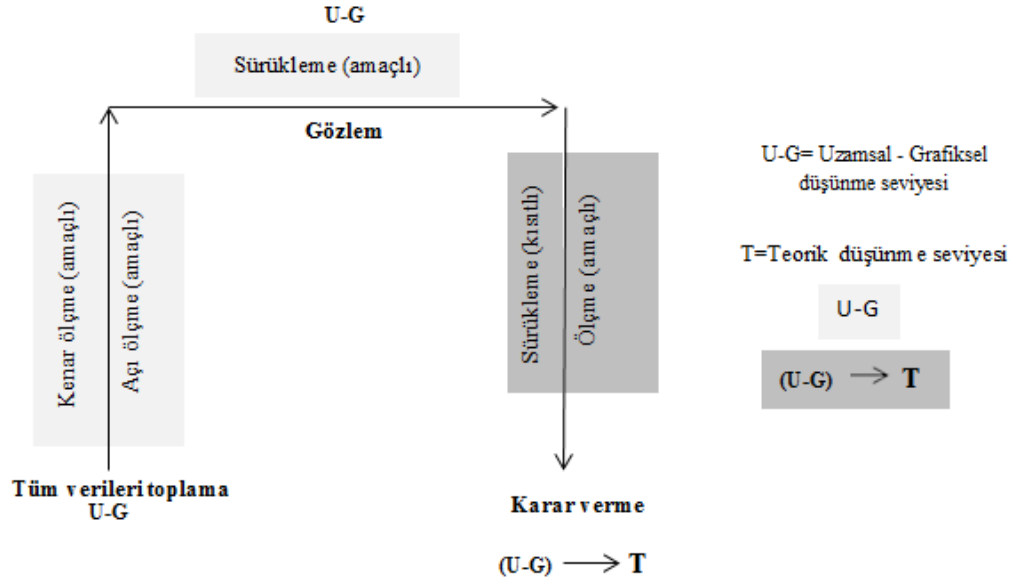
Şekil 4.53. İrem'in Eşkenar Dörtgeni Belirleme Süreci

#### -Paralelkenarı belirleme enstrümanlı eylem şeması

- *Tüm verileri toplama:* İrem bir dörtgenin paralelkenar olduğunu belirlerken hem sürükleme hem de ölçme aracını bir arada kullanmaktadır. Dörtgenin kenar uzunluklarını ve açılarını ölçerek dörtgene ait tüm verileri toplamaktadır.
- *Karar verme:* Elde ettiği bu ölçüm sonuçlarının değişimini sürükleme aracı ile gözlemlemekte ve karar vermektedir. Bu süreçte yapılan *amaçlı* ölçümler veri toplama aracı olarak kullanılırken yapılan *amaçlı* sürüklemeler de karar verme aracı olarak kullanılmaktadır.

İrem'in paralelkenarı belirleyebilmek adına dörtgenle ilgili bütün verileri toplaması, paralelkenarın dörtgenlerin hiyerarşik sınıflandırmasında üstte yer alması ve paralelkenara ait kavramsal özelliklerin diğer dörtgenler için de ortak olmasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir. Bu açıdan bakıldığında İrem dörtgenin özelliklerini kolaylıkla keşfedemediği ve görsel algısının yeterli olmadığı durumlarda dinamik ortamın sağlamış olduğu sürükleme ve ölçme araçlarının her ikisinden de yararlanabilmektedir.

Şekil 4.54'de İrem'in paralelkenarı belirleme süreci gösterilmektedir.



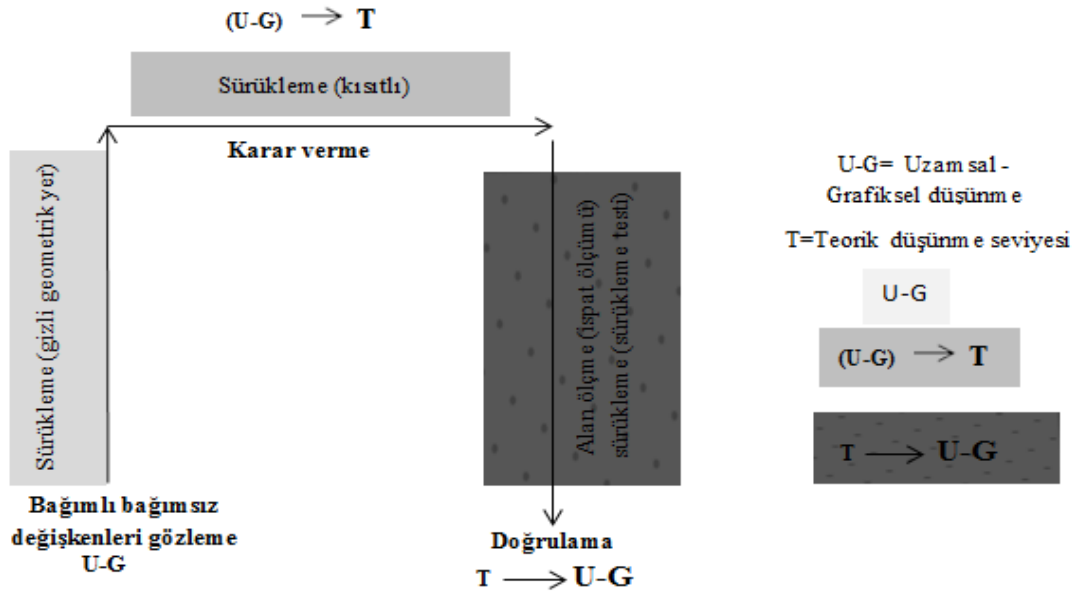
**Şekil 4.54.** İrem'in Paralelkenarı Belirleme Süreci

#### -Yamuğu belirleme enstrümanlı eylem şeması

- *Bağımlı ve bağımsız değişkenleri gözlemleme:* İrem bir dörtgenin yamuk olduğunu belirlerken sürüklemeye aracından yararlanarak birbirine paralel olan kenarları belirlemeye çalışmaktadır. Bu süreçte yapılan *gizli geometrik yer* sürüklemesi ile İrem dörtgenin hareket eden ve etmeyen noktalarını belirleyerek hareket etmeyen noktaların hangi değişkenlere bağlı olduğunu ortaya çıkarmakta ve böylece yamuğun sahip olduğu kavramsal özelliklerine ulaşmaktadır. Ayrıca yamuğun birbirine paralel olan kenarlarındaki değişmeyen özelliği keşfedebilmek için kenarlarının birbirine paralel olduğundan emin olduğu bir başka şekilde (paralelkenar) gizli geometrik yer sürüklemesi ile birlikte paralel olan kenarların değişmeyen özelliklerini incelemektedir.
- *Karar verme:* Yamuğun bağımlı ve bağımsız değişkenlerini gözlemleyen İrem paralel olan kenarlar arasındaki değişmeyen özelliklere göre kararını vermektedir.
- *Alan bağıntısı ile doğrulama:* Dörtgenin yamuk olduğuna karar veren İrem bu kararını doğrulamak adına ölçme ve sürüklemeye aracından yararlanmaktadır. İrem *sürüklemeye testi* ile bağımlı

noktanın ve paralel olan kenarların doğruluğunu gösterirken alan ölçme aracı ile dinamik ortamda elde ettiği alan sonucunu alan bağıntısına bağlı olarak elde ettiği sonuç ile karşılaştırarak *ispat ölçümü* yapmaktadır. İrem ayrıca sürüklenme aracını karar vermesinde desteklemek için açı ölçümü aracından yararlanmakta ancak kenar uzunluklarının kendisine karar verme sürecinde etkin bir rol almayacağını düşündüğünden kenar uzunluğu ölçmeyi tercih etmemektedir.

Şekil 4.55’de İrem’in paralelkenarı belirleme süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.55. İrem'in Yamuğu Belirleme Süreci

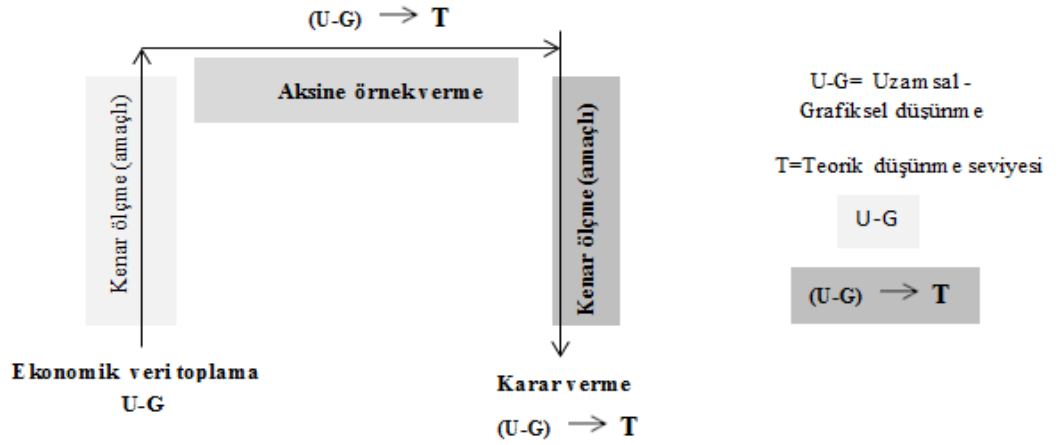
#### Çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme *enstrümanlı eylem şeması*

- *Ekonomik veri toplama*: İrem kare görünümünde verilen dört adet dörtgenle ilgili hepsi kare midir sorusuna cevap verebilmek için dörtgenlerden sadece bir tanesi üzerinde çalışmayı tercih etmektedir. Rastgele seçilen bir dörtgende sadece kenar uzunluğu ölçümü yapan İrem elde ettiği sonuca göre cevap vermektedir. Yapılan bu çalışmada *amaçlı* olan kenar ölçme hem bir veri toplama aracı hem de toplanan bu verilerin sonucunda karar verme aracı olarak kullanılmaktadır.



- *Aksine örnek verme*: İrem'in tek bir şekilde sadece iki kenar uzunluğu ölçerek karar vermesi karenin kavram tanımını ve kritik özelliklerini göz önüne aldığını ortaya çıkarmaktadır. Ölçme sonucunda eşit çıkmayan kenar uzunlukları İrem için karar vermesine yönelik oldukça önemli bir bulgu haline gelmekte ve böylelikle diğer dörtgenler üzerinde çalışma yapması gerekmemektedir. Bu durum da İrem'in aksine örnek bulması, soruyu cevaplandırmak için ispatlama yöntemini tercih ettiğinin kuvvetli bir göstergesidir.

Şekil 4.56'da İrem'in çizim ve oluşum arasındaki farklı belirleme süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.56. İrem'in Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci

### Dörtgen oluşumları ile ilgili enstrümanlı eylem şemaları

#### -Formal imaj/çizime dönüştürme enstrümanlı eylem şeması

İrem herhangi bir dörtgeni özel bir dörtgen haline getirirken *kısıtlı* sürüklemeye yapmakta ve gözlemleri sonucunda görsel algılamaya ve sezgisel düşünme becerilerine sıklıkla başvurmaktadır. Özel bir dörtgen oluşturmak için sürüklemeye birlikte görsel algısının yeterli olmadığı durumlarda (örneğin paralelkenar, eşkenar dörtgen, yamuk) ise sürüklemeye aracını ya kenar ölçme ya da açı ölçme aracı ile desteklemektedir.

Sürükleme (Kısıtlı) → Formal İmaj

Şekil 4.57. İrem'in Formal İmaj/Çizime Dönüştürme Süreci

**-Kare oluşturma eylem şeması: düzgün dörtgen aracı vasıtasıyla**

İrem özel olarak bir kare çizmek istediğinde yazılımın yardımcı menülerinden yararlanmaktadır. İrem'in düzgün dörtgen (regular polygon) aracı vasıtasıyla oluşum biçiminde kare oluşturma, oluşturmak istediği bu özel şeklin kavramsal olarak kesinlikle bir kare olduğuna emin olmak istemesinden kaynaklanmaktadır. Bunun neticesi olarak da özel dörtgen haline getirdiği bu şeklin kare olduğuna güvendiği için süreçte durumu doğrulama amaçlı herhangi bir ölçme yapmayı tercih etmemektedir.

Düzdün dörtgen aracı → Oluşum

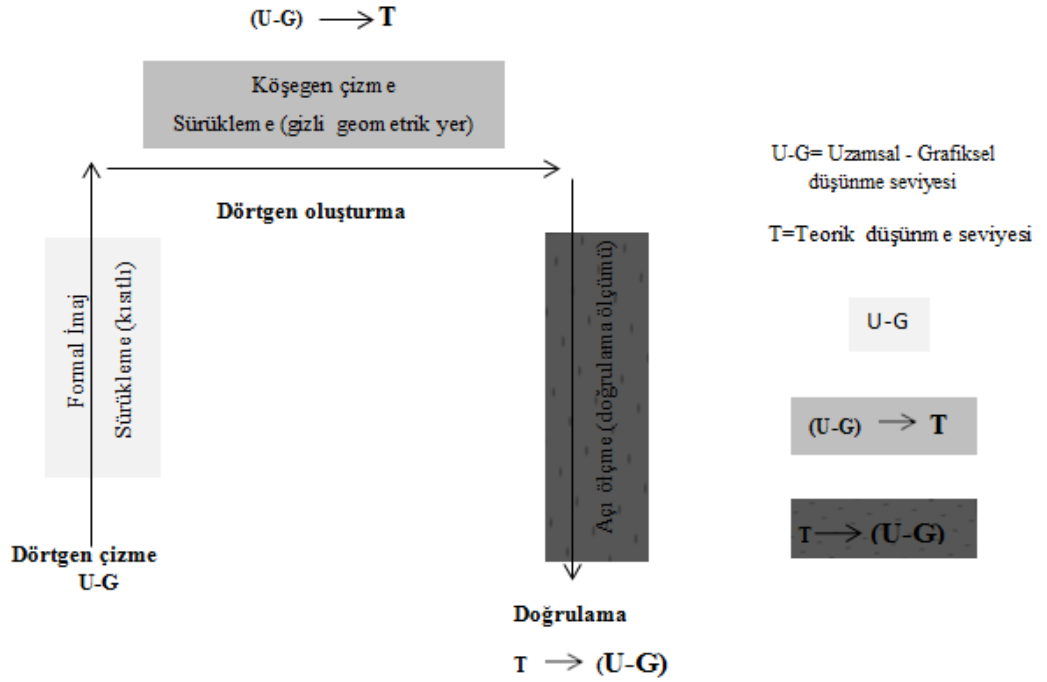
Şekil 4.58. İrem'in Kare Oluşturma Süreci

**-Eşkenar dörtgen oluşturma eylem şeması**

- *Dörtgen aracı ile herhangi dörtgen çizme:* İrem eşkenar dörtgeni oluşturmak için öncelikle dörtgen aracı ile herhangi bir dörtgen çizmektedir.
- *Formal imaja/çizime dönüştürme:* İrem çizmiş olduğu bu dörtgeni sürüklemeye birlikte eşkenar dörtgeni görsel olarak temsil edecek prototip bir şekil oluşturmaktadır.
- *Köşegeni kullanarak eşkenar dörtgeni oluşturma:* Eşkenar dörtgeni oluştururken kavramsal olarak köşegen özelliğinden yararlanan İrem çizilen köşegenleri *gizli geometrik yer* sürüklemesi ile bir eşkenar dörtgenin özelliklerini yansıtabilecek duruma getirmektedir.
- *Doğrulama:* Özel dörtgen haline getirdiği bu şeklin sadece görsel olarak değil aynı zamanda kavramsal olarak da kesin bir eşkenar dörtgen olduğunu göstermek isteyen İrem açı ölçümü yaparak

durumu bir de doğrulamaktadır.

Şekil 4.59’da İrem’in eşkenar dörtgen oluşturma süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.59. İrem’in Eşkenar Dörtgen Oluşturma Süreci

#### 4. 4. Gamze’nin Süreç Etkinlikleri Uygulama Akışları

Gamze matematik akademik başarı düzeyi iyi, teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilen, etkinlik uygulamalarına istekli olarak katılan, okul tipinde istenilen bir öğrencidir. Gamze’nin her bir etkinlik uygulamasına ait çalışma süreleri tablo 4. 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.** Gamze’nin Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri

Etkinlik	1	2	3	4	5	6	7	8
Süre	25’ 57’’	20’ 16’’	15’ 22’’	16’ 15’’	20’ 38’’	23’ 41’’	19’ 28’’	15’ 37’’

Tablodaki bilgilere göre Gamze’nin etkinlikleri İrem’den sonra diğer öğrencilere göre daha kısa sürelerde tamamladığı ve süreç içerisinde etkinlikler için harcadığı zamanın azaldığı görülmektedir.

#### 4.4.1. Etkinlik 4:Noktaya göre simetri oluşturuyorum

##### *Dörtgen oluşturma ve simetri alma*

Gamze polygon menüsünü kullanarak bir dörtgen çizmiş ve köşe noktalarına A,

B, C, D ismini vermiştir. Dörtgenin dışında bir nokta almış ve M ismini vermiştir. M noktasından geçen bir doğru çizmiş ve bu doğruyu simetri doğrusu olarak düşünmüştür. Öğretmen noktaya göre simetri alacağını hatırlatınca bu doğruyu silmiş ve ardından ABCD dörtgeninin M noktasına göre simetrisini almıştır.

Gamze, etkinlik ön analizinde belirtildiği gibi dörtgeni oluşturmak için 1.teknik olan polygon aracını ve simetri almak için de simetri aracını kullanmıştır.

#### ***A köşe noktasının görüntüsünü belirleme***

Gamze A noktasının görüntüsünü bulmak için A köşesini sürüklemiştir.

A noktasını hareket ettirdiğimizde hangi nokta hareket ediyor a noktasıdır.

**Şekil 4.60.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

A noktasını hareket ettirmiş ve görüntüsüne E ismini vermiştir. B noktasını hareket ettirmiş ve görüntüsüne F ismini vermiştir. D noktasını hareket ettirmiş ve görüntüsüne H ismini vermiştir. C noktasını hareket ettirmeden görüntüsüne G ismini vermiştir. İsim vermediği bir nokta kaldığı için bu noktanın C noktasının görüntüsü olduğunu düşünmüş ve sürükleme yapmadan ismini yazmıştır. Daha sonra C noktasını hareket ettirmiş ve C noktasının görüntüsünü kontrol etmiştir.

Gamze A köşe noktasının görüntüsünü belirlemek için amaçlı sürükleme yaparak ön analizde belirtilen 2.tekniği kullanmıştır.

#### ***Dörtgenleri çakıştırma ve çeşitlerini belirleme***

Gamze dörtgenleri hareket ettirmiş ve sürükleyerek üst üste getirmiştir. Dörtgenlerin köşe noktalarını üst üste getirmeye çalışmış ama hepsi üst üste gelmemiştir.

Gamze dörtgenleri üst üste getirerek çakıştırmak için ön analizde belirtildiği şekilde dörtgenleri sürükleyerek 1.tekniği kullanmıştır.

- ***Paralelkenar durumunu inceleme***

Gamze şekilleri ayırarak dörtgenleri hareket ettirmiş ve tekrar üst üste getirmiştir. Bu sefer karşılıklı iki köşesi üst üste gelmiş ama diğer iki köşe üst üste gelmemiştir. Daha sonra şekilleri tekrar ayırmıştır. Şekiller üst üste iken köşeleri sürüklemek aklına

gelmemiştir.

Çalışmasına dörtgenin köşe noktalarını hareket ettirerek devam etmiştir. Daha önce üst üste getirmiş olduğu şekillerin köşe noktalarını hareket ettirerek üst üste getirmiştir. Sonra şekilleri köşelerini değiştirmeden ayırmıştır. ABCD dörtgeninin açılarını ölçmüştür (93.1, 87.2, 87.3, 92.5). Karşılıklı açılar eşit yapmak için köşeleri sürüklemiş ve sonra dörtgenleri üst üste getirerek karşılaştırmış ve sonra şu cevabı yazmıştır:

Paralel kenar şekli oluşuyor. Karşılıklı iki açılar eşit olduğu için.

**Şekil 4.61. Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap**

Gamze bu aşamada dörtgen çeşidini belirlemek için ön analizde belirtildiği gibi şekilleri ayırdıktan sonra özel dörtgen oluşturmuş ve tekrar şekilleri üst üste getirerek 2.tekniği kullanmıştır.

• **Kare ve dikdörtgen durumunu inceleme**

Gamze dörtgenleri yine hareket ettirerek üst üste getirmiştir. Dörtgenler üst üste iken başka şekil oluşturmak için köşe noktalarını sürüklemiştir. Köşe noktaları sürükleyerek başka bir paralelkenar daha oluşturmuştur.

Gamze bu aşamada dörtgen çeşidini belirlemek için ön analizde belirtildiği gibi şekiller üst üste iken köşe noktalarını sürükleyerek 1.tekniği kullanmıştır.

Ardından dörtgenleri hareket ettirerek şekilleri ayırmış, ayrılan dörtgenin köşelerini sürüklemiş ve daha sonra üst üste getirmiştir. Gamze çalışmaları sonucunda aşağıdaki cevabı vermiştir:

Dik dörtgen, kare oluşabiliyor.

**Şekil 4.62. Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap**

Gamze bu aşamada da dörtgen çeşidini belirlemek için paralelkenarı incelerken yaptığı gibi ön analizde belirtildiği şekilde dörtgenleri ayırarak özel dörtgen oluşturmuş ve şekilleri tekrar üst üste getirerek 2.tekniği kullanmıştır.

Gamze bunlardan sonra eşkenar dörtgeni incelememiş ve cevabında da yer vermemiştir. Gamze sonra son soruya cevap vermek için herhangi bir ölçüm yapmadan ve görsel olarak şu cevabı yazmıştır:

M noktası şekilleri üst üste getirdiğimizde M noktası şeklin tam ortasında olur.

Şekil 4.63. Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

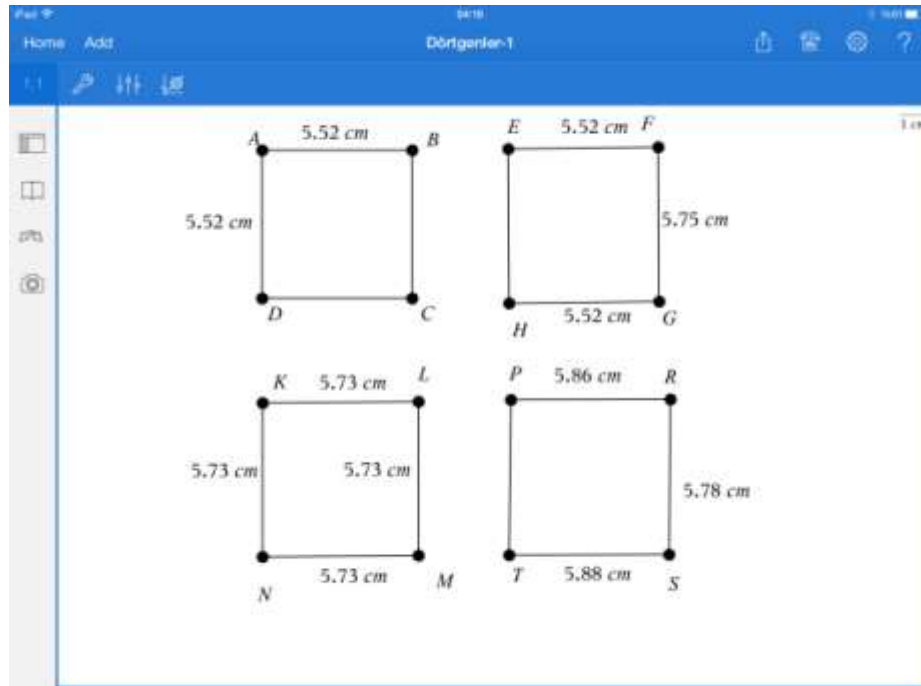
Yazılıma uyum sağlayan Gamze'nin bu etkinlikte sürükleme ve ölme araçlarını diğer etkinliklere göre daha fazla kullandığı görülmektedir. Sürükleme ve ölçme araçlarını kullanırken herhangi bir sıkıntı yaşamamaktadır.

#### 4. 4. 2. Etkinlik 5: Hangisi kare?

##### *Dörtgenlerin hepsi kare midir?*

Gamze öncelikli olarak ölçme yapmayı tercih etmiş ve ABCD dörtgeninin iki kenar uzunluğunu ölçerek eşit olduğunu görmüştür. EFGH dörtgeninin üç kenar uzunluğunu ölçerek karşılıklı iki kenarının eşit, diğer kenarının farklı olduğunu görmüştür. PRST dörtgeninin üç kenar uzunluğunu ölçerek hepsinin farklı olduğunu görmüştür. KLMN dörtgeninin dört kenar uzunluğunu ölçerek hepsinin eşit olduğunu görmüştür.

Şekil 4.64'de Gamze'nin dörtgenlerin kenar ölçümlerine ait ekran görüntüsü verilmiştir.

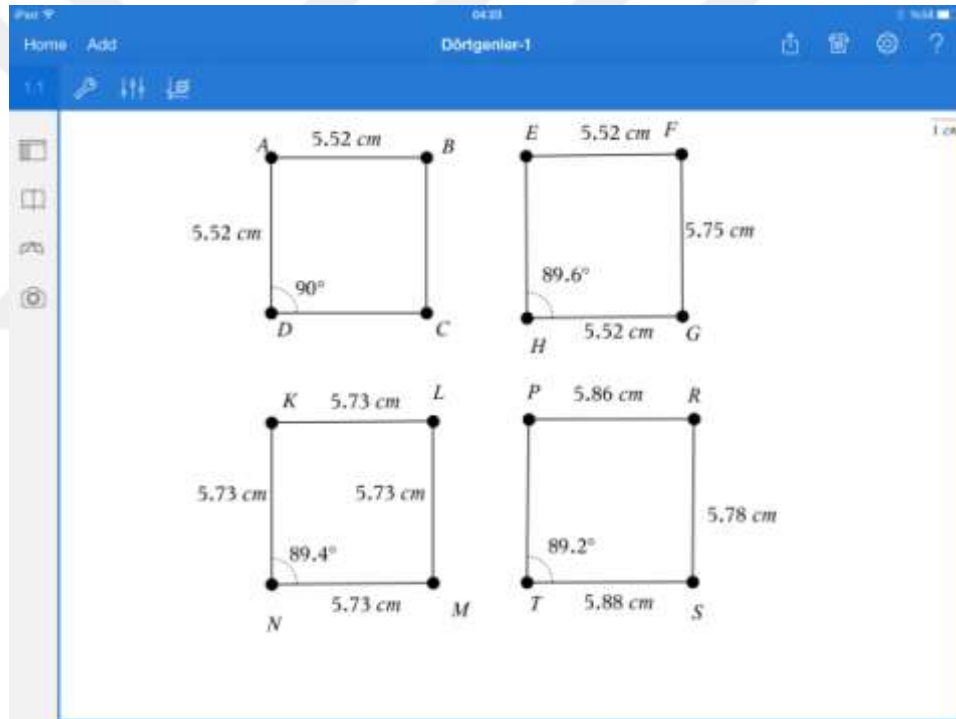


Şekil 4.64. Gamze'nin Dörtgenlerin Kenar Ölçümlerine Ait Ekran Görüntüsü

Gamze kenar ölçme aracını her bir dörtgen için sırayla kullanarak ayrı ayrı incelemiştir. Bunu yaparken de dörtgenler hakkında kararını verirken kendisi için gerekli ve yeterli özellikleri ölçmeyi tercih etmiştir. Gamze sadece kenar uzunluklarına bakarak bir cevap vermemiş ve çalışmasına açılış yaparak devam etmiştir.

Gamze ABCD dörtgeninin bir açısını ölçerek 90 derece, EFGH dörtgeninin bir açısını ölçerek 89,6 derece, PRST dörtgeninin bir açısını ölçerek 89,2 derece, KLMN dörtgeninin bir açısını ölçerek 89.4 derece olduğunu görmüştür. Gamze'nin dörtgenlerde sadece bir açı ölçmesi karenin açı özelliğini bu dörtgenlerde test ettiğini göstermektedir.

Şekil 4.65'de Gamze'nin dörtgenlerin açı ölçümlerine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.65. Gamze'nin Dörtgenlerin Açı Ölçümüne Ait Ekran Görüntüsü

Gamze çalışmasına ABCD dörtgeninin ölçmediği iki kenar uzunluğunu da ölçerek devam etmiştir. Gamze'nin, bu dörtgenin kare olduğunu düşündüğü için bütün kenarlarını ölçerek göstermek istediği söylenebilir. EFGH dörtgeninin de ölçmediği bir kenar uzunluğunu ölçmüştür. Daha sonra ABCD dörtgeninin ölçmediği diğer bütün açıları da ölçerek şu cevabı vermiştir. Gamze'nin sadece ABCD dörtgeninde bütün açıları ölçerek göstermek istemesi bu dörtgen için kare kararını verdiğini ancak bütün özellikleri göstererek ispat etmek istediğini ortaya çıkarmaktadır.

Hayır, değildir. Çünkü uzunlukların, ölçtüğüm zaman aynı çıkmadı. ve açıların ölçtüğüm zaman hepsi 90° çıkmadı. sadece birinci şekil bir karedir.

**Şekil 4.66.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Gamze'nin ekranda verilen dörtgenlerden hepsinin kare olup olmadığı sorusuna cevap vermek için yaptıkları analiz edildiğinde, etkinliğin ön analizinde belirtildiği gibi aynı ölçme aracını şekillerde sırayla ayrı ayrı incelediği ve 2.tekniği kullandığı görülmektedir. Bu teknik içerisinde kullanılan ölçme aracına bakıldığında da amaçlı ölçme yaparak *vi* tipini tercih etmiştir. Gamze çalışmasına dörtgenlerin hareketli noktalarını belirlemek için devam etmiş ve ABCD dörtgenini hareket ettirmiştir. ABCD dörtgeninin köşelerini hareket ettirerek hareket eden noktaları bulmaya çalışmıştır.

Şekilleri hareket ettirdiğimde 1. şekilde sadece 2 köşe hareket ediyor. 2. şekilde G noktası hareket

**Şekil 4.67.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Daha sonra sırasıyla EFGH, PRST ve KLMN dörtgenlerini hareket ettirmiştir. Tekrar EFGH dörtgenini hareket ettirerek şu cevabı yazmıştır:

2 köşe hareket ediyor. 2. şekilde G noktası hareket etmiyor fakat E noktasını hareket ettirdiğimizde oda hareket ediyor. 3. şekilde N noktası hareket

**Şekil 4.68.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

KLMN dörtgenini hareket ettirerek bir karara varmıştır:

oda hareket ediyor. 3. şekilde N noktası hareket etmiyor. 4. şekilde S noktasını sadece TS doğru

**Şekil 4.69.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

PRST dörtgenini hareket ettirerek hareket eden noktayı gözlemlemiştir:

etmiyor. 4. şekilde S noktasını sadece TS doğru parçası doğrultusunda hareket ettirebiliyoruz.

**Şekil 4.70.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap



### ***Dörtgenlerin çeşitlerini belirleme***

**Karenin belirlenmesi:** Gamze dörtgenlerin çeşitlerine karar vermek için ilk dörtgene geri dönmüş ve ABCD dörtgenini hareket ettirmiştir. Köşeleri hareket ettirmiş ve cevabını vermiştir.

ABCD dörtgeni bir kare dir. Çünkü  
açılar hep  $90^\circ$  kalıyor. Ve kenar uzunlukları  
hep eşit kalıyor.

**Şekil 4.71.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

**Paralelkenarın belirlenmesi:** Gamze ikinci olarak EFGH dörtgeninin köşelerini hareket ettirmiştir. Bu aşamada EFGH dörtgeninin daha önce ölçmediği diğer açılarını ölçmüştür.

EFGH dörtgeni bir paralelkenar dir. Çünkü  
karşılıklı kenarlarının uzunlukları eşit kalıyor.  
ve karşılıklı açılar birbirine hep eşit kalıyor.

**Şekil 4.72.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

**Eşkenar dörtgenin belirlenmesi:** Gamze çalışmasına KLMN dörtgeninin köşelerini hareket ettirerek devam etmiştir. Bu aşamada KLMN dörtgeninin ölçülmeyen diğer açılarını da ölçmüştür.

KLMN dörtgeni bir eşkenar dörtgen dir. Çünkü  
kenar uzunlukları hep eşit kalıyor.  
ve karşılıklı açılarda eşit kalıyor.

**Şekil 4.73.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

**Yamuğun belirlenmesi:** Gamze PRST dörtgeninin köşelerini hareket ettirmiş ve ardından PRST dörtgeninin ölçülmeyen diğer açılarını ölçmüştür. PRST dörtgeninin köşelerini hareket ettirmiş ve cevabını yazmıştır:

PRST dörtgeni bir yamuk dir. Çünkü  
Bir çift kenarı hep birbirine paraleldir.

**Şekil 4.74.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Gamze'nin ekranda kare görünümünde verilen dörtgenlerin çeşitlerini belirlemek için yaptıkları analiz edildiğinde, etkinliğin ön analizinde belirtildiği gibi sürükleme, kenar uzunluğu ölçme ve açı ölçme yaparak 7.tekniği kullandığı görülmektedir. Bu teknik içerisinde de amaçlı sürükleme (ii) ve amaçlı ölçme (vi) yapmıştır.

#### 4.4.3. Etkinlik 6: Orta nokta varignon dörtgenim

##### *Dörtgenin kenar orta noktalarını belirleme ve dörtgen oluşturma*

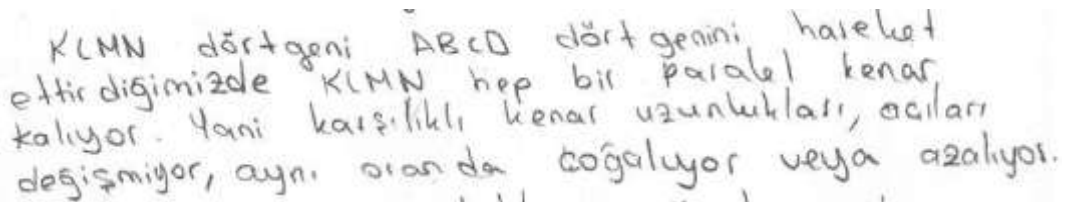
Gamze bu etkinlikte öncelikle ABCD dörtgeninin orta noktalarını oluşturmuştur. Orta noktaları segment ile birleştirerek dörtgen oluşturmuştur. Ardından orta noktaları polygon ile birleştirerek KLMN dörtgenini oluşturmuştur.

Gamze, etkinlik ön analizinde belirtildiği gibi orta noktaları oluşturmak için orta nokta (midpoint) aracını ve dörtgeni oluşturmak için önce segment sonra da polygon aracını kullanmıştır.

##### *Dörtgen çeşitlerini belirleme*

- *İçerideki dörtgenin paralelkenar olduğu durumu inceleme*

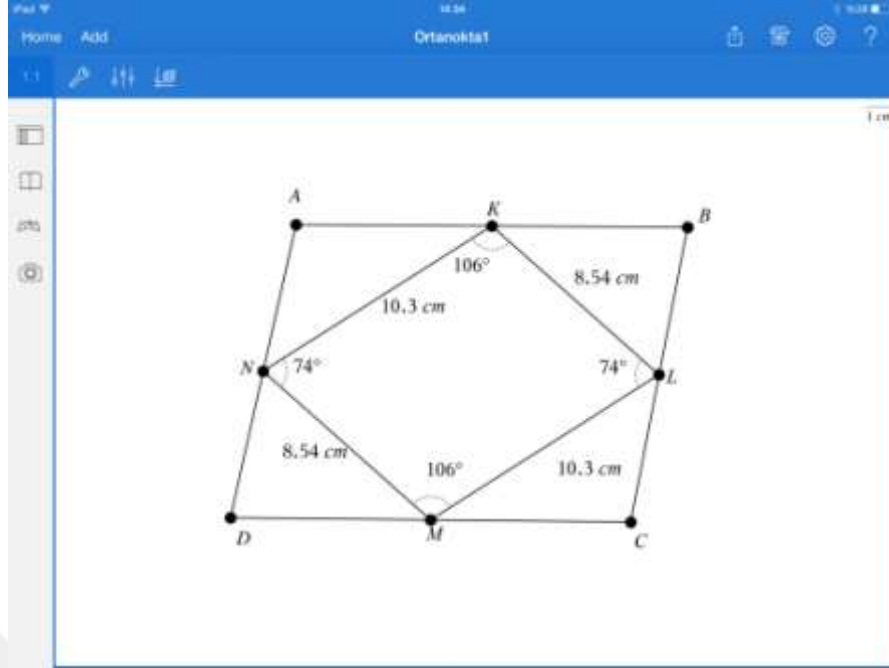
Gamze öncelikle ABCD dörtgeninin köşelerini sırasıyla sürüklemiştir. KLMN dörtgeninin iki açısını ölçmüş (106, 74), ardından ABCD dörtgenini sürüklemiş ve değişimi gözlemlemiştir. KLMN'nin diğer açılarını da ölçmüştür. KLMN dörtgeninin kenarlarını ölçmüş ve karşılık kenar uzunluklarının eşit olduğunu görmüştür. ABCD dörtgenini sürüklemiş ve değişimi gözlemlemiştir. İçeride oluşan orta nokta dörtgeninin köşe noktalarını isimlendirerek KLMN ismini vermiştir.



KLMN dörtgeni ABCD dörtgenini hareket ettirdiğimizde KLMN hep bir paralel kenar kalıyor. Yani karşılıklı kenar uzunlukları, açıları değişmiyor, aynı oranda büyüyor veya azalıyor.

Şekil 4.75. Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.76'da Gamze'nin KLMN dörtgeni için yaptığı ölçümlere ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.76. Gamze'nin KLMN Dörtgeni İçin Yaptığı Ölçümlere Ait ekran Görüntüsü

Gamze'nin içeride oluşan KLMN dörtgeninin çeşidine karar vermek için yaptıkları analiz edildiğinde etkinliğin ön analizinde belirtildiği gibi kenar ve açı ölçümü ve sürüklemeye yaptığı için 7.tekniği tercih ettiği görülmektedir. Bu teknikte ise amaçlı ölçüm (vi) ve amaçlı sürüklemeye (ii) yapılmıştır.

- **Dışarıdaki dörtgenin paralelkenar olduğu durumu inceleme**

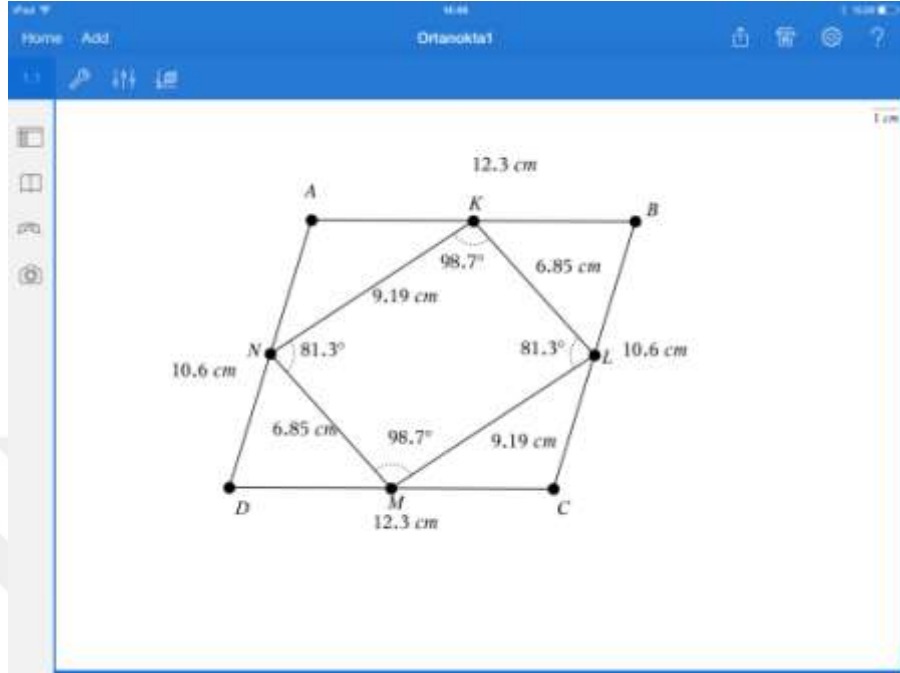
Gamze ABCD dörtgeninin kenarlarını ölçmüş ve karşılıklı iki kenarının eşit olduğunu görmüştür. ABCD dörtgenini sürüklemiş ve değişimi gözlemlemiştir. ABCD dörtgeninin açılarını ölçmüş ve dörtgeni paralelkenar yapmak için sürüklemiştir.

ABCD dörtgenini paralelkenar yaptığımızda içerideki KCMN bir dikdörtgen olur.

Şekil 4.77. Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Gamze içerideki dörtgen için daha önce ölçme yapmış olsa da çeşidine karar verirken şeklin görüntüsüne aldandığı söylenebilir. Çünkü içerideki dörtgen için dikdörtgen görüntüsü vardır ancak açıları 90 derece değildir, bu açılar ekranda görülmesine rağmen Gamze bu sonuçlara dikkat etmeyerek yanlış karar vermiştir.

Şekil 4.78’de Gamze’nin ABCD dörtgeni için yaptığı ölçümlere ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.78. Gamze’nin ABCD Dörtgeni İçin Yaptığı Ölçümlere Ait ekran Görüntüsü

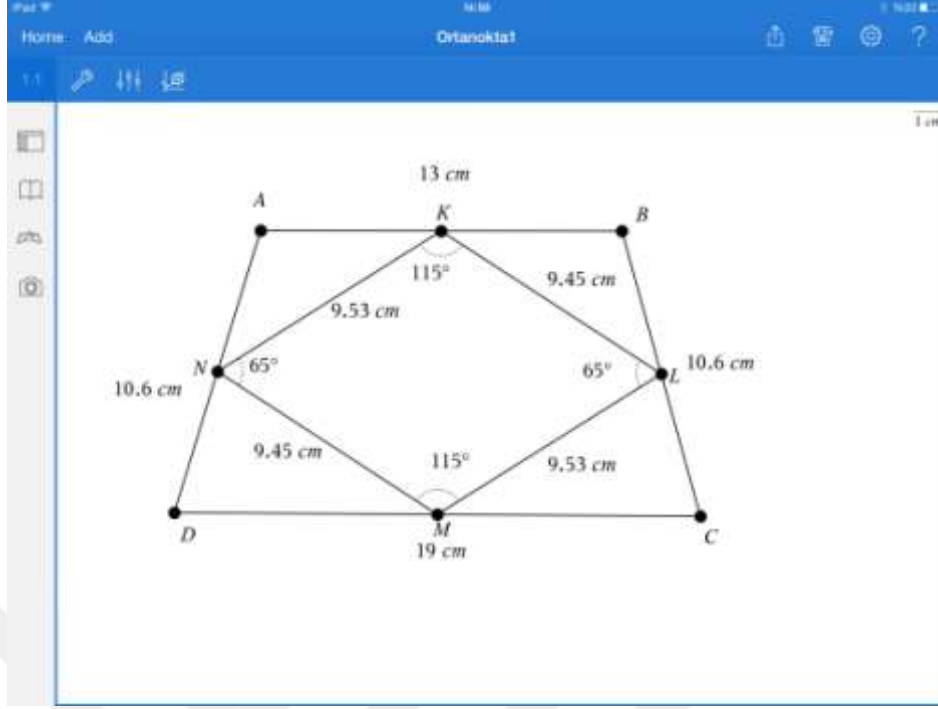
- **Dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğu durumu inceleme**

Gamze bu sefer ABCD dörtgenini yamuk yapmak için sürüklemiş ve içerideki dörtgen için kararı vermiştir.

ABCD bir yamuk olduğu zaman yine bir paralel kenar oluyor.

Şekil 4.79. Gamze’nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.80’de Gamze’nin ABCD dörtgeninin yamuk olduğu durumu incelemesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.80. Gamze'nin ABCD Dörtgeninin Yamuk Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü

- **Dışarıdaki dörtgenin kare olduğu durumu inceleme**

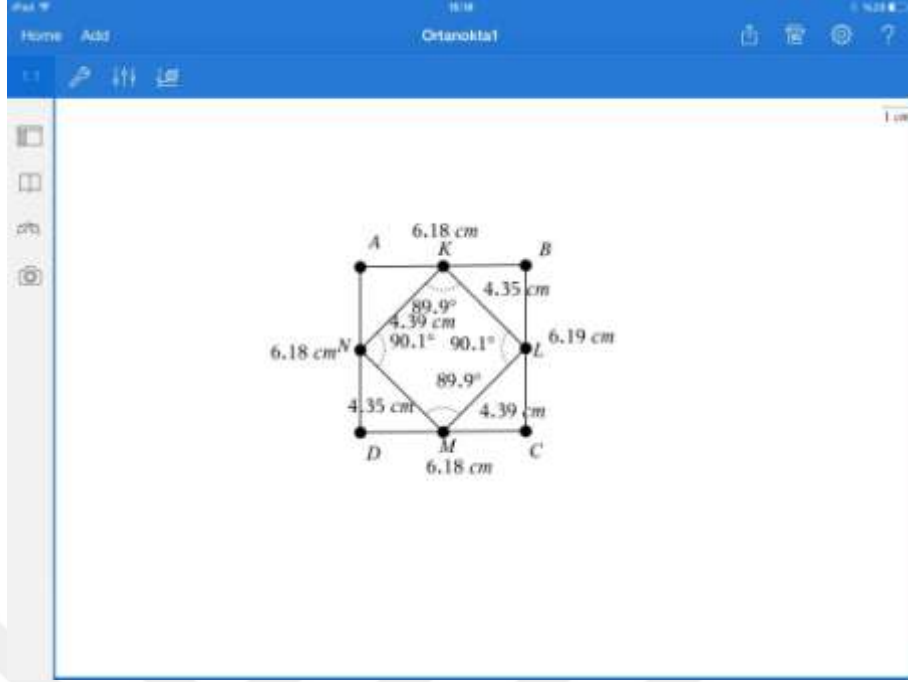
ABCD dörtgenini kare yapmak için sürüklemiş ve içerideki dörtgen için kararını vererek şu cevabı yazmıştır:

ABCD'yi bir kare yaptığımızda KLMN de bir kare oluyor.

Şekil 4.81. Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Gamze incelediği dörtgenleri ekranda küçük aldığı için yaptığı ölçüm sonuçlarını okumakta ve değişimi gözlemlemekte zorlanmıştır.

Şekil 4.82'de Gamze'nin ABCD dörtgeninin kare olduğu durumu incelemesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.82. Gamze'nin ABCD Dörtgeninin Kare Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü

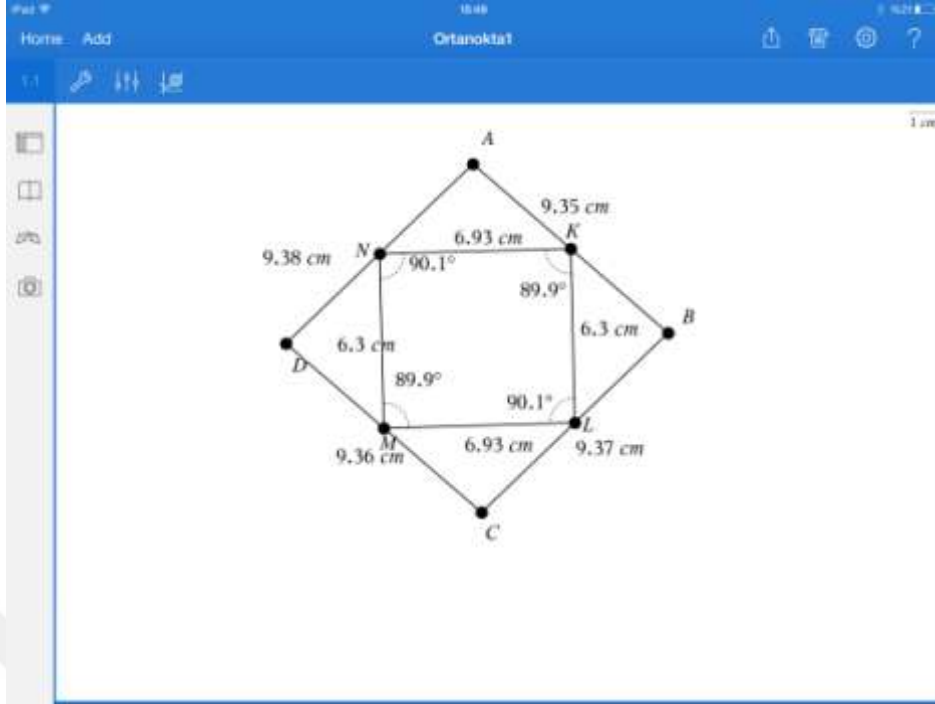
- *Dışarıdaki dörtgenin eşkenar dörtgen olduğu durumu inceleme*

Gamze ABCD dörtgenini bu sefer eşkenar dörtgen yapmak için sürüklemiş ve içerideki dörtgen için kararını vermiştir.

ABCD bir eşkenar dörtgen olduğu zaman  
KLMN bir dikdörtgen oluyor.

Şekil 4.83. Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.84'de Gamze'nin ABCD dörtgeninin eşkenar dörtgen olduğu durumu incelemesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.84.** Gamze'nin ABCD Dörtgeninin Eşkenar Dörtgen Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü

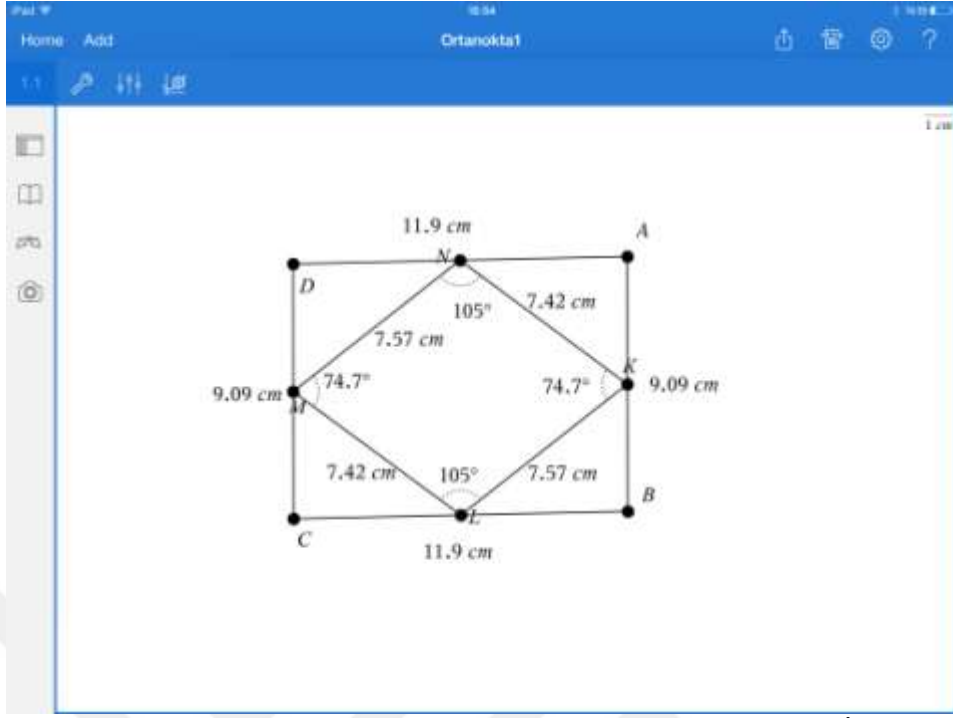
- **Dışarıdaki dörtgenin dikdörtgen olduğu durumu inceleme**

ABCD dörtgenini dikdörtgen yapmak için sürüklemiş ve içerideki dörtgen için kararını vermiştir.

ABCD bir dikdörtgen olduğu zaman KLMN bir eşkenar dörtgen oluyor.

**Şekil 4.85.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Şekil 4.86'da Gamze'nin ABCD dörtgeninin dikdörtgen olduğu durumu incelemesine ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.86.** Gamze'nin ABCD Dörtgeninin Dikdörtgen Olduğu Durumu İncelemesine Ait Ekran Görüntüsü

Gamze'nin içeride oluşan KLMN dörtgeninin çeşidine karar vermek için yaptıkları analiz edildiğinde etkinliğin ön analizinde belirtildiği gibi kenar ve açı ölçümü ve sürükleme yaptığı için 7.tekniği tercih ettiği görülmektedir. Bu teknikte ise amaçlı ölçüm (vi) ve kısıtlı sürükleme (iii) yapmıştır.

#### 4.4.4. Etkinlik 7: Orta dikme varignon dörtgenim

- ***Kenar orta dikme ve dörtgen oluşturma***

Gamze öncelikle ABCD dörtgeninin kenar orta dikmelerini çizmiştir. Orta dikmelerin kesişim noktalarını bulmuş ve polygon aracı ile dörtgen oluşturmuştur. Oluşturduğu bu dörtgene KLMN ismini vermiş ve fazla doğruları saklamıştır.

Gamze, etkinlik ön analizinde belirtildiği gibi kenar orta dikmeleri oluşturmak için orta dikme (perpendicular bisector) aracını, orta dikmelerin kesişim noktasını bulmak için intersection point aracını kullanarak 1.tekniği, dörtgeni oluşturmak için polygon menüsünü kullanarak 1.tekniği ve doğruları saklamak için sakla/göster (hide/show) aracını kullanmıştır.



- **Dörtgen çeşitlerini belirleme**

Gamze öncelikle ABCD dörtgenini sürüklemiş ve KLMN dörtgeninin açılarını ölçmüştür. ABCD dörtgenini sürükleyerek değişimi gözlemlemiştir. ABCD dörtgeninin açılarını ve ardından kenarlarını ölçmüş ve daha sonra KLMN dörtgeninin kenarlarını ölçmüştür. ABCD dörtgenini paralelkenar yapmak için sürüklemiş ve gözleminden sonra cevabını etkinlik kağıdına yazmıştır. Ardından ABCD dörtgenini kare yapmak için sürüklemiş ve cevabını vermiştir. Çalışmasına ABCD dörtgenini eşkenar dörtgen yapmak için sürükleyerek devam etmiş ve cevabını not etmiştir. Daha sonra ise ABCD dörtgenini yamuk yapmak için sürüklemiş ve cevabını vermiştir. ABCD dörtgenini bu sefer dikdörtgen yapmak için sürüklemiş ve cevabını vermiştir. Ardından ABCD dörtgenini herhangi bir dörtgen yapmış ve cevabını vermiştir.

ABCD dörtgeninin bir yamuk olduğunu belirtirken paralel kenarlar arasındaki açı çiftlerinin toplamının 180 derece olması gerektiğini belirtmiştir. Bu açıklama Gamze'nin yamuk şekline ait özelliklere kavramsal olarak hakim olduğunu göstermektedir.

Gamze'nin dörtgen çeşitlerine ait vermiş olduğu yanıtlar aşağıda sırasıyla verilerek listelenmiştir.

ABCD bir eşkenar dörtgen olduğu zaman  
KLMN bir eşkenar dörtgen oluyor.  
olur.

ABCD bir kare olduğu zaman KLMN  
dörtgeninin köşeleri üst üste gelerek bir  
nokta oluşturdu.

ABCD bir yamuk olduğu zaman KLMN  
de bir yamuk oluyor.

ABCD bir dikdörtgen olduğu zaman  
KLMN bir nokta olur.

ABCD herhangi bir dörtgen olduğu  
zaman KLMN de herhangi bir dörtgen  
oluyor.

**Şekil 4.87.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Gamze çalışmasını tamamladıktan sonra dışarıdaki dörtgenin ve içerideki dörtgenin kenar uzunluklarını göz önüne alarak birbirlerinin benzeri olabileceklerini

belirterek dörtgenlerin benzerliği konusu ile de ilişki kurmaktadır.

Gamze'nin içeride oluşan KLMN dörtgeninin çeşidine karar vermek için yaptıkları analiz edildiğinde etkinliğin ön analizinde belirtildiği gibi kenar ve açı ölçümü ve sürükleme yaptığı için 7.tekniği tercih ettiği görülmektedir. Bu teknikte ise amaçlı ölçüm (vi), amaçlı sürükleme (ii) ve kısıtlı sürükleme (iii) yapmıştır.

#### **4.4.5. Etkinlik 8: Açıortay varignon dörtgenim**

##### ***Açıortayları, kesişim noktalarını ve açıortay dörtgenini oluşturma***

Gamze öncelikle ABCD dörtgeninin açıortaylarını çizmiş ve sonra açıortayların kesişim noktalarını bulmuştur. Polygon menüsü ile dörtgen oluşturmuş ve fazla doğruları saklamıştır.

Gamze, etkinlik ön analizinde belirtildiği gibi açıortayları oluşturmak için açıortay (angle bisector) aracını, açıortayların kesişim noktasını bulmak için intersection points aracını kullanarak 1.tekniği, dörtgeni oluşturmak için polygon aracını kullanarak 1.tekniği ve doğruları saklamak için sakla/göster (hide/show) aracını kullanmıştır.

##### ***Dörtgen çeşidini belirleme***

Gamze ilk önce ABCD dörtgenini sürüklemiş ve ardından dörtgenin açılarını ölçmüştür. KLMN dörtgeninin de açılarını ölçmüştür. ABCD dörtgenini sürükledikten sonra dörtgenin kenarlarını ölçmüştür. ABCD dörtgenini kare yapmak için sürüklemiş ve cevabını vermiştir. Daha sonra ABCD dörtgenini dikdörtgen yapmak için sürüklemiş ve cevabını not etmiştir. KLMN dörtgeninin çeşidine karar verirken önceden ölçtüğü açılara göre cevap vermiş, kenar uzunluklarını ölçmemiştir. ABCD dörtgenini yamuk yapmak için sürüklemiş ve cevabını not etmiştir. Gamze burada içerideki dörtgenin açı sonuçlarına dikkat etmeden cevap vermiştir çünkü aslında içerideki dörtgen açı özellikleri dikkate alındığında yamuk olmalıydı.

Ardından Gamze ABCD dörtgenini paralelkenar yapmak için sürüklemiştir. İçerideki şekil çok küçük olduğu için açıları 90 derece olmasına rağmen Gamze bunun bir nokta olarak mı alınacağını sormuştur, öğretmen de açıları 90 derece olduğunda bunun bir kare ya da dikdörtgen olabileceğini hatırlatmıştır. Bunun üzerine içerideki dörtgenin çeşidine karar verebilmek için kenar uzunluklarını ölçmek zorunda kalmıştır. KLMN dörtgeninin kenarlarını ölçmüştür. ABCD dörtgenini eşkenar dörtgen yapmak için sürüklemiştir. Gamze çalışmasını bitirdikten sonra dışarıdaki dörtgeni özel bir

yamuk çeşidi olan ikizkenar yamuk haline getirmiştir. Bunun için dışarıdaki dörtgeni yamuk oluşturmak için sürüklemiştir.

Gamze'nin içeride oluşan KLMN dörtgeninin çeşidine karar vermek için yaptıkları analiz edildiğinde etkinliğin ön analizinde belirtildiği gibi kenar ve açı ölçümü ve sürükleme yaptığı için 7.tekniği tercih ettiği görülmektedir. Bu teknikte ise amaçlı ölçüm (vi), amaçlı sürükleme (ii) ve kısıtlı sürükleme (iii) yapmıştır.

Gamze'nin dörtgen çeşitlerine ait vermiş olduğu yanıtlar aşağıda sırasıyla verilerek listelenmiştir.

- ABCD dörtgeni bir kare olduğu zaman içerideki şekil bir nokta oluyor.
- ABCD dörtgeni bir dikdörtgen olduğu zaman içerideki şekil bir kare oluyor.
- ABCD dörtgeni bir yamuk olduğu zaman içerideki şekil bir dörtgen oluyor.
- ABCD dörtgeni bir paralelkenar olduğu zaman içerideki şekil bir dikdörtgen oluyor.
- ABCD dörtgeni bir eşkenar dörtgen olduğu zaman içerideki şekil bir nokta oluyor.
- ABCD dörtgeni bir ikizkenar yamuk olduğu zaman içerideki şekil bir nokta oluyor.

**Şekil 4.88.** Gamze'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

#### 4.5. Gamze'nin Enstrümantal Oluşumu

Bu bölümde Gamze'nin süreç etkinlikleri uygulamaları sonucunda sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine değinilmiştir. Gamze'nin sürükleme ve ölçme araçlarına ait enstrümanlı eylem şemaları dörtgen çeşidini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme ve dörtgen oluşumları gibi görev tipleri kapsamında açıklanacaktır. Gamze'nin sürükleme ve ölçme araçlarına ait kullanım şemalarına ise bütün öğrencilerin kullanım şemalarının birlikte verildiği bölümde değinilmiştir.

#### 4.5.1. Gamze'nin enstrümanlı eylem şemaları

##### *Dörtgen çeşitlerini belirlenme enstrümanlı eylem şeması*

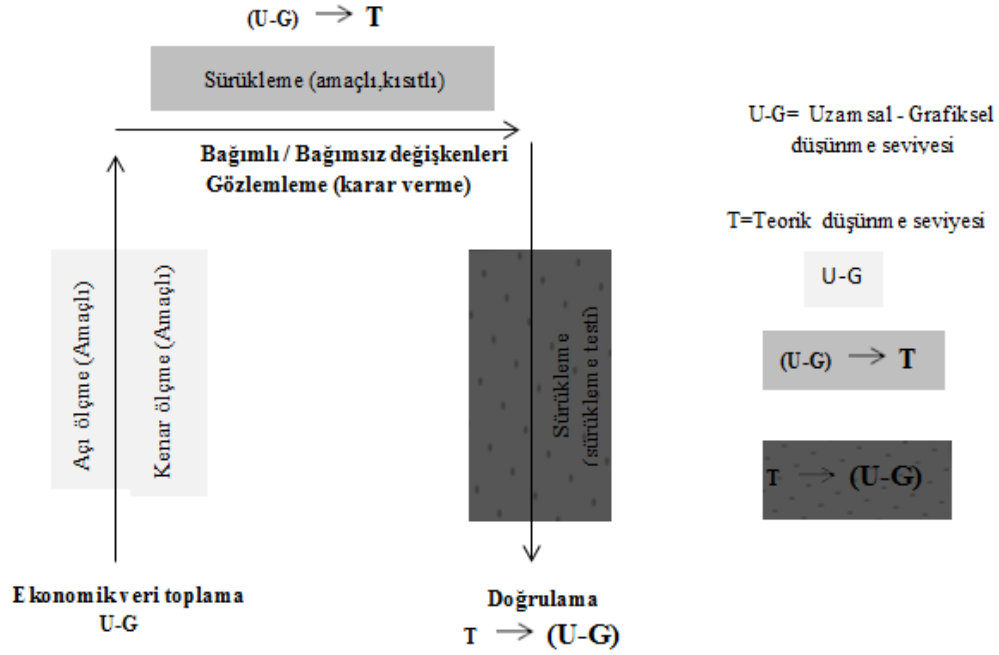
- *Ekonomik veri toplama:* Gamze bir dörtgenin çeşidini belirlerken yazılımın çeşitli menülerini ve araçlarını kullanmaktadır. Öncelikle dinamik ortamın sağladığı en önemli olanaklardan biri olan ölçme yapma özelliğinden yararlanmaktadır. Gamze bir dörtgenin çeşidini belirleyebilmek için ilk olarak ölçme aracı vasıtasıyla karar vermesini sağlayacak verileri toplamaktadır. Böylece dörtgenin kenar uzunluklarını ve açılarını ölçerek ekranda görülen şeklin sahip olduğu özelliklerini elde etmektedir.
- *Bağımlı ve bağımsız değişkenleri gözlemeleme:* Yapmış olduğu ölçümlerin sonuçlarının hangi durumlarda değiştiğini ve hangi durumlarda sabit kaldığını gözlemlemek için dinamik ortamın sağladığı diğer önemli bir olanak olan sürükleme yapma özelliğinden yararlanmaktadır. Dörtgenin köşe noktalarından sürükleme yaparak kenar uzunluklarındaki ve açılardaki değişimi gözlemleyerek dörtgenin içinde barındırdığı özelliklere göre kararını vermektedir.
- *Karar verme:* Sürükleme aracı Gamze tarafından bu süreçte bir karar verme aracı olarak kullanıldığı gibi ayrıca bir doğrulama aracı olarak da kullanılmıştır. Gamze dörtgen çeşidine ait kararını verdikten sonra sürükleme yaptığında vermiş olduğu kararın doğru olup olmadığını test etmek ve kendisini haklı çıkarmak istemektedir.
- *Doğrulama/ ispat:* Bu doğrulama için yapılan sürükleme ile de kendisini vermiş olduğu kararın doğruluğuna inandırdığında ise çalışmasını tamamlamaktadır.

Gamze dörtgen çeşidini belirlerken çalışmasına ölçme aracını kullanarak başlamakta ve dörtgenin kenar uzunluklarını ve açılarını ölçmektedir. Ölçme aracının kendisine sağladığı bilgileri sürükleme aracı ile desteklemektedir. Gamze dörtgen çeşidine karar verme sürecinde ölçme aracını veri toplamak için, sürükleme aracını ise karar vermek için kullanmaktadır.

Gamze'nin bu süreçte yaptığı kenar uzunluğu ölçme ve açı ölçme *amaçlı* bir şekilde yapılmış ve dinamik ortamda ölçme aracının verdiği geri dönütler dörtgenlerin

kritik özelliklerini keşfedecek şekilde iyi anlamlandırılmıştır. Ölçme aracının ardından yapılan sürüklemeler ile de dörtgenlerin korunan özelliklerine odaklanılarak çeşitleri belirlenmiştir. Bu süreçte yapılan sürükleme hareketine bakıldığında bir açının ya da kenar uzunluğunun değişimini gözlemlemek istendiğinde *amaçlı* sürüklemenin, özel bir dörtgen oluşturmak istendiğinde ise *kısıtlı* sürüklemenin tercih edildiği görülmektedir.

Şekil 4.89’da Gamze’nin dörtgen çeşidini belirleme süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.89. Gamze’nin Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci

#### Çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme enstrümanlı eylem şeması

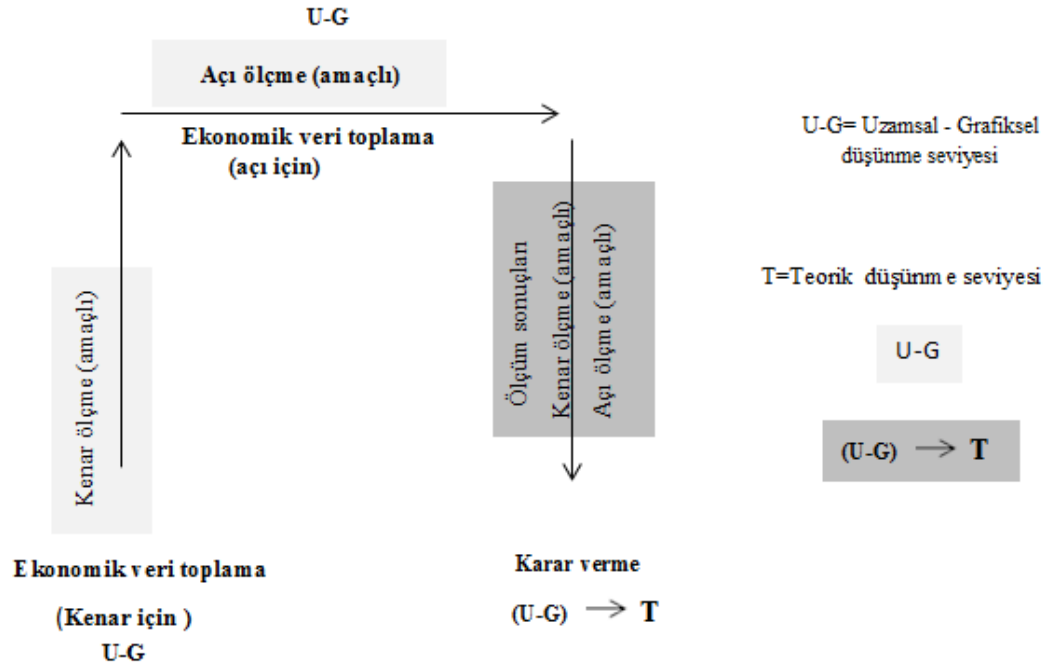
- *Tüm dörtgenlerin kenarlarına ait ekonomik veri toplama:* Ekranda statik olarak kare görünümünde verilen dört adet dörtgenin hepsinin kare olup olmadığının incelenmesi istendiğinde Gamze’nin sadece ölçme aracını kullanmayı tercih ederek öncelikle dörtgenlerin çeşitlerini belirlemeye yetecek kritik kenar uzunluklarını ölçtüğü görülmektedir. Ayrıca tercih ettiği aynı ölçme aracını (örneğin kenar uzunluğu ölçme) her bir dörtgende sırayla uygulayarak incelemektedir.
- *Tüm dörtgenlerin açılara ait ekonomik veri toplama:* Gamze her bir dörtgende kenar uzunluğu ölçtüğünden sonra hemen ardından yine aynı sırayı takip ederek her bir dörtgenin çeşitlerini belirlemeye yetecek

kritik açıları ölçmektedir.

- *Karar verme*: Gamze'nin dörtgenlerin hangilerinin kare olduğunu belirlemek için öncelikle dinamik ortamda ölçme aracından yararlandığı ve bu ölçümleri herhangi bir sürüklenme hareketi ile desteklemediği görülmektedir. Bu çalışmada ölçme aracının dörtgenlere ait hem bir veri toplama aracı hem de bir karar verme aracı halinde kullanıldığı görülmektedir. Dinamik ortam tarafından ölçüm sonuçları ile verilen geri dönütler Gamze'nin dörtgenlere ait özellikleri keşfetmesini sağlarken aynı zamanda bu özellikleri birleştirerek dörtgenin kare olup olmadığını belirlemesini sağlamaktadır.

Gamze her bir dörtgende kenar uzunluğu ölçerken bütün kenar uzunluklarını ölçmemekte bunun yerine karenin kavramsal özelliklerini taşıyıp taşımadığını belirleyebileceği kadar yeterli sayıda kenar uzunluğunu ölçmektedir. Benzer şekilde her bir dörtgende açı ölçerken bütün açıları ölçmemekte bunun yerine karenin açı özelliğinin bulunup bulunmadığını gözlemleyebilmek için sadece birer açıları ölçmektedir. Bu durum Gamze'nin kareye ait kavramsal tanıma sahip olduğunu ve üstelik karenin ekonomik tanımında yer alan kritik özelliklerine göre karar verdiğini göstermektedir. Gamze'nin bir dörtgenin kare olduğunun belirlenmesini sağlayacak kritik özellikleri incelemek istemesi dinamik ortamda kenar ölçme ve açı ölçme araçlarının kullanımını da etkilemektedir. Gamze dinamik ortamın kendisine sağladığı ölçme aracının imkanlarından yararlanırken bütün verileri toplamayı değil de sadece kritik özelliklere ait verileri toplamayı amaçlamaktadır. Bu durum bireyin dörtgene ait kavramsal bilgisi ile dinamik ortamın özelliklerini bir arada uyum içinde amacına uygun bir şekilde kullanabildiğini göstermektedir. Ayrıca ekranda görülen dörtgenlerin hepsi kare midir sorusuna cevap vermek için Gamze'nin yapmış olduğu kenar uzunluğu ölçme ve açı ölçmeye bakıldığında her ikisinde de gerekli ve yeterli verileri toplamak için *amaçlı* ölçme yaptığı görülmektedir.

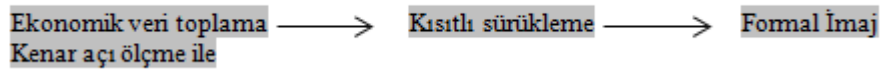
Şekil 4.90'da, Gamze'nin çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme süreci gösterilmektedir.



**Şekil 4.90.** Gamze'nin Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci

#### ***Dörtgen oluşumları ile ilgili enstrümanlı eylem şeması***

- *Formal imaj/çizime dönüştürme:* Gamze herhangi bir dörtgeni özel bir dörtgen haline getirirken öncelikle dörtgene ait kenar uzunluğu ve açı ölçerek ekonomik veri toplamakta ve bu ölçümü *kısıtlı* sürüklenme ile desteklemektedir. Elde edilen ölçüm sonuçlarındaki değişimi *kısıtlı* sürüklenme ile gözlemleyerek bu değişimi oluşturmak istediği özel dörtgenin kritik özelliklerini görünür hale getirmek için görsel algılamasına başvurmaktadır.



**Şekil 4.91.** Gamze'nin Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci

#### **4.6. Merve'nin Süreç Etkinlikleri Uygulama Akışları**

Merve matematik akademik başarı düzeyi düşük, teknolojiyi yetersiz bir şekilde kullanabilen, etkinlik uygulamalarına istekli olarak katılan, öğretmen desteğine ve tamamlamasına ihtiyaç duyan bir öğrencidir. Merve'nin her bir etkinlik uygulamasına ait çalışma süreleri tablo 4.3'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.3. Merve'nin Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri**

Etkinlik	1	2	3	4	5	6	7	8
Süre	43' 02"	39' 41"	40' 25"	37' 43"	46' 17"	42' 34"	33' 21"	29' 53"

Tablodaki bilgilere göre Merve'nin etkinlikleri diğer öğrencilere göre daha uzun sürelerde tamamladığı ancak yine de süreç içerisinde etkinlikler için harcadığı zamanın azaldığı görülmektedir. Merve akademik başarı düzeyi düşük olan bir öğrenci olmasına rağmen tablodan da görülebildiği gibi etkinlik uygulamalarında istekli olarak uzun süreler harcayarak çalışabilmiştir.

#### **4.6.1. Etkinlik 4: Noktaya göre simetri oluşturuyorum**

##### ***Dörtgen oluşturma***

Merve çalışmasına yönergelerde belirtildiği üzere bir dörtgen çizerek başlamak istemiştir. Dörtgen çizmek için “polygon” aracını menülerde biraz araştırdıktan sonra bulmuştur. Merve polygon aracını kullanarak tek denemede dörtgen oluşturamamıştır. Dört farklı nokta belirledikten sonra ilk noktaya tekrar tıklamayı unuttuğu için dörtgeni oluşturmakta zorlukla karşılaşmıştır. Dörtgen oluşturmak konusunda öğretmenden yardım istemiş ve öğretmenin açıklamasından sonraki ikinci denemesinde dörtgeni oluşturabilmiştir.

Merve dörtgen oluşturmak için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere polygon aracını kullanarak 1.tekniği kullanmıştır.

##### ***Köşe noktalarına isim verme***

Oluşturduğu dörtgenin köşe noktalarına isim vermek isteyen Merve isim vermek için gerekli olan aracı yazılımın ana menülerinde araştırmıştır halbuki aracın görünür hale gelebilmesi için noktanın üzerinde çift tıklaması yeterli olmaktadır. Aradığı aracı menülerde bulamayan Merve öğretmenden yardım almak istemiştir. Öğretmenin menüyü nasıl seçmesi gerektiğini açıklaması üzerine “label” aracını seçmiş ancak sonrasında açılan klavyeyi ve metin kutusunu kullanmada da zorluk yaşamıştır. Metin kutusu içine harfi yazmada, harfi yazdıktan sonra çalışma sayfasına tekrar geri dönmede çeşitli zorluklarla karşılaşan Merve oldukça uzun bir denemeden sonra noktalara isim vermeyi tamamlamıştır (noktalara A, B, C, D isimlerini verdi).

Merve noktaya isim vermek için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere label



aracını kullanarak 1.tekniği kullanmıştır.

### ***Simetri alma***

Merve çalışma ekranında “point” menüsünü kullanarak bir nokta belirlemiş ve bu noktaya M ismini vermiştir. Merve bu noktaya isim verirken daha önce yaşadığı sıkıntıyı yaşamamış ve tek denemede isim verebilmiştir. ABCD ismini verdiği dörtgenin M noktasına göre simetrisini almak için menülerde biraz araştırma yaptıktan sonra “symmetry” aracını seçmiş ancak menüyü seçtikten sonra ne yapması gerektiğini öğretmene sormuştur. Öğretmenle diyalogdan sonra ABCD dörtgeninin simetrisini oluşturmuştur.

Merve etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere nokta belirlemek için point menüsünü, simetri oluşturmak için symmetry menüsünü kullanmıştır.

### ***A köşe noktasının görüntüsünü belirleme***

Merve A köşe noktasının görüntüsünü bulabilmek için öncelikle A noktasını sürüklemiştir. Sürüklemeyi biraz uzun ve tekrarlı olarak yapmıştır. A noktası ile birlikte diğer dörtgende hareket eden noktayı gözlemlemiştir. Bu noktaya E ismini vermiştir. Sonra sırasıyla B, C ve D noktalarını arka arkaya sürükleyerek diğer dörtgende bu noktalara bağlı olarak hareket eden noktaları belirlemiştir. Bu yaptığı sürüklemeleri oldukça uzun ve tekrar tekrar yapmıştır. B noktasını tekrar sürüklemiş ve simetrisine F ismini vermiş, C noktasını tekrar sürüklemiş ve simetrisine G ismini vermiş, D noktasını tekrar sürüklemiş ve simetrisine H ismini vermiştir. Noktalara isim verirken genel olarak artık zorlukla karşılaşmadığı gözlenmiştir.

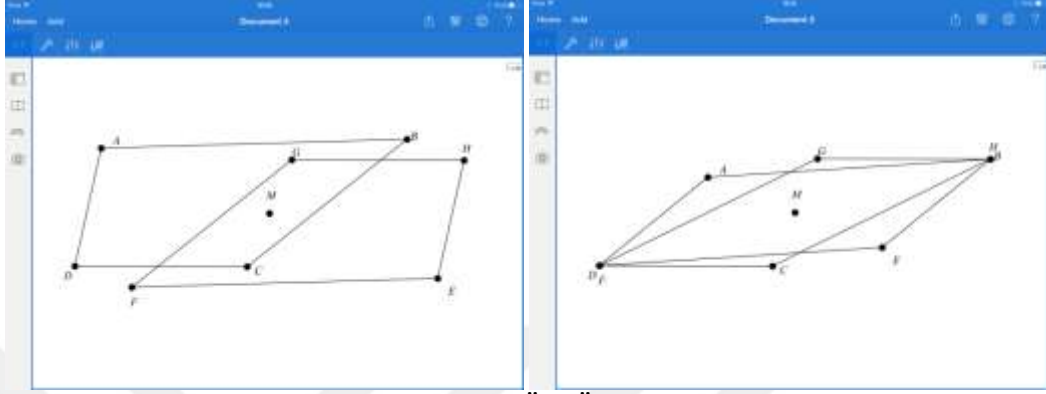
Merve bir noktanın simetrisi altındaki görüntüsünü belirlemek için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere amaçlı sürükleme yaparak 2.tekniği kullanmıştır.

### ***Dörtgenleri çakıştırma***

ABCD dörtgeni ile görüntüsünü üst üste getirerek çakıştırmak için ABCD dörtgeninin önce B noktasını simetrik dörtgene doğru sürükleyerek yaklaştırmıştır. Sonra sırasıyla diğer noktaları ayrı ayrı sürükleyerek dörtgenleri üst üste getirmeye çalışmıştır. Bu işlemi yaparken sürüklemeyi köşe noktalarından yaptığı için şekilde yaşanan hızlı değişimden kaynaklı olarak gözlem yapmakta oldukça zorlandığı görülmüştür.

Merve dörtgenleri üst üste getirerek çakıştırmak için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere noktaları sürükleyerek 2.tekniği kullanmıştır.

Şekil 4.92’de Merve’nin dörtgeni ve simetrisini üst üste getirme çalışmasına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.92.** Merve’nin Dörtgeni ve Simetrisini Üst Üste Getirme Çalışmasına Ait Ekran Görüntüsü

### ***Dörtgen çeşitlerini belirleme***

- ***Kare durumunu inceleme***

Sonunda ABCD dörtgenini ve görüntüsünü üst üste getirmeyi başaran Merve köşe noktalarının üst üste gelerek çakıştığı durumların hangi dörtgenlerde olduğunu araştırmaya başlamıştır. Bunun için öncelikle üst üste getirmiş olduğu dörtgenleri bu sefer köşesinden değil de kenarından tutarak sürüklemiş ve ayırmıştır. Bu şekilde yaptığı sürüklemenin daha kolay olduğunu ve şeklin bir bütün olarak sürüklendiğini görmüştür. Şekilleri ayırdıktan sonra ABCD dörtgenini kare şekline getirmeye çalışmıştır. Ancak bunu yaparken sürüklemeyi hızlı ve gereksiz yaptığından, sürüklemeyi karenin özelliklerini görebilecek uygunlukta yapamadığı için oldukça zorlanmıştır. Yaptığı bir sürükleme sonucunda oluşturduğu şeklin kare olup olmadığını öğretmeni çağırarak sormuştur. Öğretmenle yaşadığı diyalogdan sonra kare oluşturabilmek için ölçüm de yapabileceğini öğretmen yardımı ile fark etmiştir.

Merve dörtgenleri üst üste getirerek çakıştırmak için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere şekiller üst üste iken noktaları sürükleyerek 1.tekniği kullanmıştır.

Merve ABCD dörtgeninin önce bütün kenar uzunluklarını sonra da bütün açılarını ölçmüştür. Ölçümlerden sonra ABCD dörtgenini sürükleyerek kare yapmaya çalışan Merve sürükleme yaparken açı ve kenar ölçüm sonuçlarına dikkat etmediği ve

değişimleri yorumlayamadığı için ölçüm sonuçlarından başlangıçta amaçladığı şekilde yararlanamamıştır. Merve sürüklemeler neticesinde açılarına ve kenar uzunluklarına dikkat etmeden çizim olarak kare görünümü oluşturduğunda sürüklemeyi kare oluşturmak için tamamlamış ve bu sefer dörtgenleri üst üste getirmek için dörtgenin kenarlarından tutarak sürüklemiş ve köşe noktalarını çakıştırmıştır.

- ***Dikdörtgen durumunu inceleme***

Merve karede dörtgenlerin üst üste gelebileceğini gördükten sonra çalışmasını tamamladığını düşünmüştür. Öğretmen daha başka hangi şekillerde bu durumun oluşacağını sorunca çalışmasına devam etmiştir. Merve önce dörtgenleri ayırmış ve ABCD dörtgenini dikdörtgen yapmak için sürüklemiştir ancak yine sürüklemeyi yaparken açı ve kenar ölçüm sonuçlarından yararlanmamıştır. Bu nedenle sürüklemeyi gereğinden fazla yapmak zorunda kalmıştır. Dörtgen dikdörtgen görünümünü aldığı anda sürüklemeyi tamamlamış ve dörtgenleri üst üste getirmek için ABCD dörtgenini kenarından tutarak sürüklemiş ve köşe noktalarını çakıştırmıştır.

- ***Eşkenar dörtgen durumunu inceleme***

Merve tekrar dörtgenleri ayırmış ve bu sefer ABCD dörtgenini eşkenar dörtgen yapmak için sürüklemiştir. Eşkenar dörtgeni oluştururken diğer şekillere göre (kare, dikdörtgen) daha fazla zorlanmıştır. Bu zorluğu yaşamasındaki en büyük etken Merve'nin yine ölçüm sonuçlarına dikkat etmeden sürüklemeyi yapmasıydı. ABCD dörtgeni uzun bir sürüklemeye işlemi sonucunda eşkenar dörtgen görünümünü aldığı anda sürüklemeyi tamamlamış ve dörtgenleri üst üste getirmek için sürüklemiştir. Köşe noktalarını çakıştıran Merve eşkenar dörtgende de üst üste gelebileceklerini görmüş ve çalışmasını paralelkenarı incelemeyi sonlandırmıştır.

Merve dörtgen çeşitlerini belirlemek için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere şekilleri ayırarak özel dörtgen oluşturup tekrar şekilleri üst üste getirerek 2.tekniği kullanmıştır.

#### **4.6.2. Etkinlik 5: Hangisi kare?**

##### ***Dörtgenlerin hepsi kare midir?***

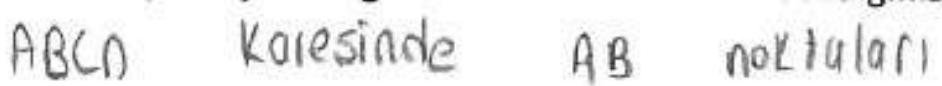
Merve çalışmaya herhangi bir sürüklemeyi yapmadan ölçme ile başlamış ve ABCD dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüştür (tüm kenarlar 5.52cm). Daha sonra EFGH

dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüştür ( $|HG|=5.52$ ,  $|EH|=5.75$ ,  $|GF|=5.75$ ). Merve kenar uzunluklarının ölçüm sonuçları farklı çıkınca çok şaşırması ve bu duruma “aaa” diyerek tepki vermiştir. Merve’nin bu tepkisi şekillerin hepsinin kare olduğunu düşünmesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca önce ABCD dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçen Merve zaten aslında oluşum biçiminde kare olan bu şeklin kenar uzunluklarının ölçüm sonuçları eşit çıkınca diğerlerinde de benzer durumun tekrarlanacağını düşünmüş olabilir.

Merve ardından KLMN dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüş ve bütün kenar uzunluklarının ölçüm sonuçları eşit çıkmıştır (tüm kenarlar 5.73 cm). Son olarak PRST dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüş ve kenar uzunluklarının birbirinden farklı olduğunu görmüştür.

Merve KLMN dörtgeninin hareket eden noktalarını bulmak için dörtgeni hareket ettirmiştir. Ardından sırasıyla ABCD, EFGH ve PRST dörtgenlerini, hareket eden noktalarını bulmak için sürüklemiştir.

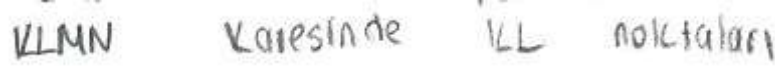
Merve ABCD dörtgenini tekrar sürükleyerek cevabını yazmıştır:



ABCD karesinde AB noktaları

**Şekil 4.93.** Merve’nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Merve ardından KLMN dörtgenini tekrar sürükleyerek cevabını yazmıştır:



KLMN karesinde KL noktaları

**Şekil 4.94.** Merve’nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

EFGH dörtgenini tekrar hareket ettirmiş ve cevabını yazmıştır:



EFGH dörtgeninde 6 hariç bütün noktalar

**Şekil 4.95.** Merve’nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

PRST dörtgenini tekrar hareket ettirmiş ve cevabını yazmıştır:



PRST dörtgeninde 5 sağa sola hareket ettirmek

**Şekil 4.96.** Merve’nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Merve daha önce PRST dörtgeninin kenarlarını ölçerken TS kenarını ölçmemişti. Şimdi bu kenarını da ölçtü. Ardından PRST dörtgeninin köşelerini sürüklemiş ve gözlemi sonucunda kendi kendine bir soru sormuştur:

*Merve: çeşitkenar dörtgen olabilir mi?*

Merve'nin bu sorusuyla PRST dörtgeni için henüz bir karara varamadığı görülmektedir. Kenar uzunluklarının farklı olduğuna dayanarak çeşitkenar dörtgen olabileceğini düşünüyor. Ardından PRST dörtgenini tekrar sürüklemiştir. Öğretmen öğrencinin yanına gelerek çalışmasına bakmış ve öğrenci yaptığı çalışmaları öğretmene anlatmıştır. Öğretmenle yaşanan diyalogda dörtgen çeşitlerine ait verdiği ilk kararlardan bahsetmiştir:

*Merve: Bunların ikisi (ABCD ve KLMN) kare öğretmenim, bütün kenar uzunlukları eşit, bu (EFGH) dikdörtgen, karşılıklı kenarları eşit, bunun da (PRST) böyle her kenarı farklı birbirinden, aaa bu kenarları aynıymış (PT ve RS kenarları eşitti ekranda) affedersiniz, ikizkenar oluyor o zaman da, kenarları eşitmiş bunun.*

Bu diyalogdan anlaşılacağı üzere Merve yukarıda yaptığı çalışmalar sonucunda ABCD ve KLMN'nin birer kare, EFGH'nin bir dikdörtgen olduğunu belirtmiş, PRST için ise henüz kesin bir karara varamamıştır. Ayrıca dörtgen hakkında karar veremeyen Merve iki kenarının bir an için eşit olduğunu gördüğünde ikizkenar kavramından da bahsetmiştir. Diyalogdan sonra kenarının değişebileceğini fark eden Merve bu sefer de dörtgenin çeşitkenar olabileceğini söylemiştir.

*Öğrt: İlk gördüğün dört tane şekil vardı ya hepsi kare görünümlü  
Merve: Evet, ben öyle zannetmiştim.*

Yukarıdaki diyalogda Merve'nin dörtgenlere ait ilk kararının kare olduğu anlaşılabilir.

### ***Dörtgenlerin çeşitlerini belirleme***

- ***Paralelkenarın belirlenmesi***

Merve öğretmenle diyalogdan sonra PRST dörtgeninin açılarını ölçmüş ve bütün açı ölçüleri birbirinden farklı çıkmıştır. Ardından EFGH dörtgeninin açılarını ölçmüş ve H açısını 54. 2 derece bularak yine şaşırmış ve “aaa” diyerek duruma tepki vermiştir. Merve diğer açıları da ölçtüktan sonra “vazgeçtim” diyerek kendi kendine şu yorumda bulunmuştur:

*Merve: Evet bu paralelkenar.*

Merve EFGH dörtgeninin daha önce dikdörtgen olduğunu söylemiştir ancak açıları 90 derece olmayınca hatasını fark etmiş ve kararını değiştirmiştir.

- **Karenin belirlenmesi**

Merve ABCD dörtgeninin açılarını ölçmüş ve bütün açıları 90 derece bulmuştur.

ABCD dörtgeni bir Karedir. Çünkü  
Kenar uzunlukları eşittir. ve açıları 90°  
İç açıların toplamı 360° eşittir.

Şekil 4.97. Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

- **Eşkenar dörtgenin belirlenmesi**

Öğretmen öğrencinin yanına gelmiş ve yine bir diyalog yaşanmıştır. Merve PRST dörtgeni hakkında yaptıklarını ve düşündüklerini anlatmıştır. Merve'nin anlattıklarından PRST için henüz bir karar veremediği anlaşılmaktadır.

Merve öğretmenle diyalogdan sonra KLMN dörtgeninin açılarını ölçmüş ve karşılıklı açılarının eşit olduğunu görmüştür. Ardından KLMN dörtgenini sürüklemiştir. Hemen sonra da ABCD dörtgenini sürüklemiştir. ABCD dörtgeni için daha önce karar vermişti (kare olarak).

KLMN dörtgeni bir Paralel Kenardir. Çünkü  
Karşılıklı ve kenarları eşittir.

Şekil 4.98. Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Merve KLMN hakkında karar vermek için ABCD dörtgeninden yararlanmış ve KLMN dörtgeninin bir kare olmadığına karar vermiştir. KLMN dörtgeni aslında bir eşkenar dörtgendir ancak Merve paralelkenar olduğunu söyleyerek yanlış cevap vermiştir. Kenar uzunluklarının eşit olduğunu belirtmesine rağmen eşkenar dörtgen olduğunu fark edememiştir.

- **Yamuğun belirlenmesi**

Merve bu sefer PRST dörtgenini sürüklemiş ve bir karar vermiştir.

*Merve: PRST bir dörtgendir.*

Merve'nin öğretmenle yaşadığı diyalogda yapmış olduğu aşağıdaki açıklama onun sürükleme hareketi ile oluşan her değişimden etkilenecek görsel algılama ile karar vermeye çalıştığını göstermektedir.

*Merve: öğretmenim ben bu S noktasını hareket ettirince bunlar eşit olmuştu (sürükleme sonucunda elde ettiği sonuçtan, paralelkenardan bahsediyor). Hem kenar uzunlukları eşit oldu karşılıklı hem de karşılıklı açıları eşit oldu. Bu paralelkenar oldu ama başka türlü hareket ettirince değişiyor.*

Merve öğretmenle yaşadığı uzun bir diyalogdan sonra yine PRST dörtgenini

sürüklemiş ancak iki kenarın paralel olduğunu fark edememiştir. Sürükleme yaparken bir ara ekranda üçgen bile oluşturmuştur. Karar vermesini sağlayacak bir şey bulamadığı için rastgele sürükleme yapmaya başlamıştır.

Merve uzun bir çalışmadan sonra hala PRST dörtgeni için bir karara varamadığından öğretmen bu aşamada Merve'ye yardım etmiş ve sonunda Merve PRST dörtgeninin yamuk olduğunu belirtmiştir. Öğretmen ile yaşanan diyalogda Merve'nin yamuk kavramına ait bilgi eksikliğinin olduğu göze çarpmaktadır. Aşağıda PRST dörtgeninin çeşidini belirleme sürecinde Merve ve öğretmen arasında zaman zaman geçen diyaloglar verilmiştir.

Merve dörtgen çeşitlerini belirlemek için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere kenar ve açı ölçümü, sürükleme yaparak 7.tekniği kullanmıştır. Bu teknikte rastgele sürükleme (i), amaçlı sürükleme (ii) ve kısıtlı sürükleme (iii) yapmıştır.

### *Öğretmenle diyalog 1*

Merve: (PRST) böyle her kenarı farklı birbirinden, aa bu kenarları aynıymış (PT ve RS kenarları eşitti ekranda) affedersiniz, ikizkenar oluyor o zaman da, kenarları eşitmiş bunun.

Öğrt: her zaman aynı mı kalıyor? Bir kontrol et bakalım.

Merve: (PRST dörtgenini hareket ettiriyor).

Öğrt: Mesela bak farklı.

Merve: değişebiliyor.

Öğrt: Farklılaşabiliyor.

Merve: ben öyle denk getirmişim o zaman, çeşitkenar olabilir mi ki?

Öğrt: çeşitkenar dörtgen olarak mı düşünüyorsun?

Merve: olabilir.

### *Öğretmenle dialog 2*

Öğrt: bunun(PRST yi kast ediyor) için düşüncen değişti mi?

Merve: hala değişmedi, çünkü açıları da aynı şekilde...(değişiyor demek istiyor, anlatırken şekli hareket ettiriyor)

Öğrt: açıları farklı

Merve: açıları farklı, karşılıklı açıları hadi eşit olsa diyelim, değil ama.

Öğrt: değil, peki hareket ettirdiğinde eşitleniyor mu ya da bir düzen görüyor musun?

Merve: (şekli hareket ettiriyor) ben bir düzen fark etmiyorum ama bilmiyorum.

Öğrt: peki bunun için ne düşünüyorsun, bu şekil için(ekrandaki şekli kast ediyor, yamuk şeklinde olanı)

Merve: adına karar veremedim, çeşitkenar hepsi.

### *Öğretmenle diyalog 3*

Merve: öğretmenim ben bu S noktasını hareket ettirince bunlar eşit olmuştu(sürükleme sonucunda elde ettiği sonuçtan, paralelkenardan bahsediyor). Hem kenar uzunlukları eşit oldu karşılıklı hem

de karşılıklı açıları eşit oldu. Bu paralelkenar oldu ama başka türlü hareket ettirince değişiyor.  
Öğrt: değişiyor, haaa. Yani bu paralelkenarsa mesela yukarıdaki(EFGH) ben noktaları hareket ettirdiğimde paralelkenar özelliği değişiyor mu?(EFGH yi sürüklüyor)  
Merve: hayır.  
Öğrt: o zaman sence bu paralelkenar mıdır?(PRST)  
Merve: hayır özelliğini kaybediyor.  
Öğrt: kaybettiği için, peki hareket ettir bakalım ne görebilirsin başka.  
Merve: (PRST yi hareket ettiriyor) hıı, değişiyor öğretmenim, eğer böyle yaparsam yine aynı kalıyor ama özelliğini kaybediyor.  
Öğrt: ne olduğunu düşünüyorsun şimdi bu şeklin?(ekrandaki yamuk görünümünde)  
Merve:.....  
Öğrt: cevabın ne olmuş, dörtgen olduğunu mu düşünüyorsun?  
Merve: evet.  
Öğrt: dörtgen. Neden dörtgen mesela?  
Merve: öğretmenim hem açıları eşit değil hem de kenar uzunlukları eşit değil. İşte şimdi ismini bilmiyorum ama eğer eşit dersek birbirlerine karşılıklı kenarları eşit oluyor(anlatırken sürükleyerek gösteriyor)  
Öğrt: hımm, peki. (şekli sürüklüyor) mesela bak bunu hareket ettirdiğim zaman, şu R yi hareket ettirdiğim zaman bir şey daha hareket ediyor farkında mısın?  
Merve: R, S noktası.  
Öğrt: S noktası da hareket ediyor demi?  
Merve: evet.  
Öğrt: neyi korumaya çalışıyor sence?(sürükleme yapıyor)  
Merve: neyi korumaya çalışıyor, TS ile PT uzunlukları eşit kalıyor.  
Öğrt: uzunlukları mı eşit kalıyor?  
Merve: aa uzunlukları değil ama şeyleri aynı kalıyor yine uzunlukları, birbirlerine eşit değil ama uzunlukları aynı kalıyor hareket ettirseniz bile.  
Öğrt: değiştirdim. (sürüklüyor)R hareket edince şu S de hareket ediyor ya acaba oradan, mesela bak bunun hareketi önemli bir hareket mi acaba?(S yi sağa-sola hareket ettiriyor)  
Merve: bilmiyorum.  
Öğrt: neler değişiyor ya da ne değişiyor? bak bunu yukarı doğru oynatamıyorum.  
Merve: işte o yüzden ben de işte...  
Öğrt: sağa-sola oynatabiliyorum gördün mü?  
Merve: evet S onun...  
Öğrt: acaba bunlar bize bu şekil için karar vermemizi sağlar mı ki?  
Merve: bilmiyorum. pek karar veremedim ona şimdi.  
Öğrt: sadece bu şekli biraz daha gözlemlemeni istiyorum.

#### *Öğretmenle diyalog 4*

Merve: ben bir karar veremedim daha açıkça.  
Öğrt: karar veremedin.  
Merve: evet.  
Öğrt: peki şu an için dörtgen olduğunu düşünüyorsun. Mesela şu an ben S noktasını hareket ettiriyorum.



Merve: evet.

Öğrt: bana değişen ve değişmeyen şeylerden bahsedebilir misin?

Merve: öğretmenim bu tarafta yaptığımız için R ve S uzunluklarını ve açılarını etkiliyor ama P ve T uzunlukları ve açıları değişmiyor.

Öğrt: buradaki uzunlukları ve açıları değiştiriyor. Güzel. (S noktası tarafındaki). T yi hareket ettiriyorum bak.

Merve: onu hareket ettirince sadece ST uzunlukları değişmiyor ve evet PR uzunluğu da değişmiyor.

Öğrt: P yi hareket ettiriyorum.

Merve: P yi hareket ettirince öğretmenim ama hepsi hareket ediyor. Evet tüm kenarları ve açıları değişiyor.

Öğrt: bunu hareket ettirebiliyorum(R noktası). Bunu hareket ettirdiğimde Merve: bu da sadece P ve T noktası değişiyor.

Öğrt: Peki her halükarda dört tane noktasını hareket ettirebiliyorum.

Merve: evet.

Öğrt: hepsinde acaba korunan bir şey var mı? Gözlemleyebildin mi bir şey? Hepsini değiştirdiğimde korunan bir şey. Belki o sana yardımcı olabilir eğer şekle karar verememişsen.

Merve: tamam.(öğrenci noktaları tek tek hareket ettiriyor).

Öğrt: kenarlarının durumlarını da düşünerek cevap verebilirsin.

Merve: öğretmenim mesela her noktayı hareket ettirdiğimde en az bir tane uzunluk veya açı değişiyor. Yani o mesela bunu(P) hareket ettirsem eğer bunu(S) hareket ettirmiyor, bunu etkilemiyor.

### Öğretmenle diyalog 5

Merve: ben bulamadım.

Öğrt: evet ne diyoruz Merve, ne düşünüyoruz?

Merve: ben bir şey bulamadım öğretmenim. Önce üçgen yaptım o da olmadı zaten.

Öğrt: şimdi burada(ekrandaki görüntü yamuk) kenarlara şöyle bir bakarsak TS, SR, RP, kenarlarla ilgili mesela PT kenarı ile RS kenarının durumları hakkında ne söyleyebiliriz?

Merve: bir saniye, (şekli hareket ettiriyor).

Öğrt: sence PT ve RS birbirine paralel midir?

Merve: hayır öğretmenim bir noktada kesişirler ama PR ve TS paraleldir diyebiliriz.

Öğrt: paralel diyorsun, peki paralelse özelliğinin bozulmaması lazım, test et bakalım bozuluyor mu özellik?

Merve: (sürüklüyor)

Öğrt: yani paralelse paralelliğinin bozulmaması lazım, hareket ettirdikçe sence paralellik bozuluyor mu bozulmuyor mu? Bunu bir kontrol et.

Merve: öğretmenim hareket ettirsek bu hareket etmiyor, T noktasını hareket ettirsek bile uzunluğu değişiyor ama bu değişmiyor(paralelkenarlar arasındaki mesafeden bahsediyor)

Öğrt: peki paralellik bozuluyor mu sence?

Merve: bozulmuyor bence.

Öğrt: bozulmuyor mu? Mesela S yi hareket ettir. S yi dikkat ettiysen sadece sağ-sol yönünde hareket ettirebiliyorsun, yukarı-aşağı hareket ettiremiyorsun.

Merve: evet.

Öğrt: niye sence yukarı-aşağı hareket etmiyor?

Merve:.....hiç bir düşüncem yok öğretmenim.

Öğrt: peki, diyorsun ki PR TS ye paralel, PT RS ye paralel değil, sence bu özellikler hangi şekli andırıyor?

Merve: yani vardı aklımda, bir tane şey vardı yaa,..... Yamuk değil mi bu?

#### **4.6.3. Etkinlik 6: Orta nokta varignon dörtgenim**

##### ***Dörtgenin kenar orta noktalarını belirleme ve dörtgen oluşturma***

Merve öncelikle ABCD dörtgeninin kenar orta noktalarını oluşturmuş ve kenar orta noktalarını polygon aracı ile birleştirerek dörtgen oluşturmuştur. Polygon ile dörtgen oluştururken ilk başladığı noktaya en sonunda bir kez daha tıklamadığı için hata yaptığı görülmektedir. Bu hatasını düzeltmek isteyen Merve tekrar denemeler yaparak dörtgen çizmeyi başarmıştır.

##### ***Dörtgen çeşitlerini belirleme***

- ***İçerideki dörtgenin paralelkenar olduğu durumu inceleme***

ABCD dörtgenini sürüklemiş ve sürükleme sonucunda bir karar vermemiştir. ABCD dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüş ve tüm kenarların farklı olduğunu gözlemlemiştir. Ardından içerdeki dörtgenin (KLMN) kenar uzunluklarını ölçmüş ve karşılıklı kenar uzunluklarının eşit olduğunu görünce bu sonuç karşısında şaşkınlıkla tepki vermiştir.

ABCD dörtgenini sürükleyerek kenarlardaki değişimi gözlemlemiştir. İçerdeki şeklin bir paralelkenar olduğunu düşünmüş, cevabını yazarken yine şaşırma tepkisi vermiş ve sonra dikdörtgen de olabileceğini düşündüğü için açıları da ölçmeye karar vermiştir. KLMN dörtgeninin açıları ölçmüş, karşılıklı açıları eşit bulmuştur. ABCD dörtgenini sürükleyerek KLMN dörtgeninin açılarındaki değişimi gözlemlemiştir.

ABCD dörtgeninin açıları ölçmüş ve ardından ABCD dörtgenini sürükleyerek açı değişimini gözlemlemiştir. Daha sonra öğretmenle bir diyalog yaşamış ve düşündüklerini anlatmıştır, KLMN dörtgeninin paralelkenar olduğunu belirtmiştir. Öğretmen başka şekilleri de incelemeye yönlendirmiştir.

Merve ABCD dörtgeninin çeşidini belirlemek için sürükleme yapmış ancak henüz bir karara varamamıştır. Ardından yine öğretmen ile diyalog yaşamış ve sonucunda bir karar vermiştir.

ABCD dörtgeni dörtgen iken KLMN dörtgeni bir  
paralel kenar olur.

**Şekil 4.99.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Merve'nin verdiği cevaba bakıldığında ABCD dörtgenini bir paralelkenar olarak belirleyemediği görülmektedir. Merve'nin bu süreçte öğretmen ile yaşadığı diyaloglar aşağıda verilmiştir.

#### Öğretmenle Diyalog 1

Merve: bunu bir paralelkenar olarak düşünüyorum.

Öğrt: hangisi?

Merve: iç bölgede oluşan KLMN, karşılıklı açıları ve kenarları birbirlerine eşit ve mesela bunla bu kenar paralel(KL ve MN), bunla bu kenar paralel(LM ve KN).

Öğrt: İçerdeki paralelkenar iken dışarıdaki nedir?

#### Öğretmenle Diyalog 2

Merve: ben yine her zamanki gibi bulamadım.

Öğrt: bulamadım dediğin nedir?

Merve: öğretmenim şimdi hani siz demiştiniz ya bu(KLMN) paralelkenar iken bu(ABCD) nedir diye, açılarını ölçtüm aynı değil, kenar uzunluklarını ölçtüm aynı değil.

Öğrt: açılar farklıysa kenar uzunlukları farklıysa bu nedir?

Merve: ...bu dörtgen ama, ...dörtgen.

Öğrt: dörtgen, özel bir dörtgen midir?

Merve: düşünmüyorum.

Öğrt: dışarıdaki şekil dörtgen içerisi ne oluyor?

Merve: paralelkenar.

#### • Dışarıdaki dörtgenin eşkenar dörtgen olduğu durumu inceleme

Merve çalışmasına başka şekilleri incelemek için devam etmiş ve ABCD dörtgenini sürükleyerek eşkenar dörtgen yapmaya çalışarak gözlem yapmıştır. Ardından tekrar öğretmenle diyalog yaşayarak yaptıklarını anlatmış ve uzun bir konuşmadan sonra bir karara varmıştır.

ABCD dörtgeni eşkenar dörtgen iken KLMN dörtgeni  
bir dikdörtgen oluyor.

**Şekil 4.100.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Merve'nin bu süreçte öğretmen ile yaşadığı diyalog aşağıda verilmiştir.

## Öğretmenle Diyalog

Merve: bunların kenarlarını eşitleyerek, hatırladığıma göre eşkenar dörtgenin açıları farklıydı ama bütün kenar uzunlukları birbirine eşitti, ben bunları böyle birbirine eşitlemeye çalıştım(farklı olan kenarları kast ediyor)(dışarıdaki şeklin eşkenar dörtgen olduğunu anlatmaya çalıştı)

Öğrt: tamam. İçerisi ne olabilir sence?

Merve: içerisi özelliğini koruyor yine, yine paralelkenar oluyor diye düşünüyorum.

Öğrt: peki içerideki dörtgenin açılarına dikkat ettin mi?

Merve: 90 derece.

Öğrt: peki içerisi ne olur?

Merve: dikdörtgen veya kare olabilir.

Öğrt: uzunluklar için ne düşünüyorsun?.

Merve: evet uzunlukları da şey..... bunların aralarında baya bir fark var o yüzden dikdörtgen olabilir.

- **Dışarıdaki dörtgenin paralelkenar olduğu durumu inceleme**

Merve bu sefer ABCD dörtgenini sürükleyerek paralelkenar oluşturmaya çalışmış ve öğretmene kararından bahsetmiştir.

Merve: bu dışarıdaki ABCD dörtgenini ben paralelkenar yapmaya çalıştım şöyle şu şekil, bu olduğu zaman KLMN dörtgeni de karşılıklı kenarları ve karşılıklı açıları eşit oluyor yani bu bir paralelkenar olurken içerideki KLMN dörtgeni de bir paralelkenar olabilir.

ABCD dörtgeni paralel kenar olan KLMN dörtgeni de bir paralel kenar oluyor.

**Şekil 4.101. Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap**

Merve ABCD dörtgeninin paralelkenar olduğunu belirterek daha önce dörtgen olarak vermiş olduğu kararı değiştirmiştir.

- **Dışarıdaki dörtgenin kare olduğu durumu inceleme**

Merve bu sefer ABCD dörtgenini kare oluşturmak için sürüklemiştir. Yine öğretmenle diyalogdan sonra bir karar vermiştir.

ABCD dörtgeni kare olan KLMN dörtgeni bir karedir.

**Şekil 4.102. Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap**

- **Dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğu durumu inceleme**

Merve ABCD dörtgenini yamuk oluşturmak için sürüklemiştir. Yine öğretmenle yaşanan diyalogdan sonra kararını vermiştir.

*Merve: ABCD dörtgeni bir yamuk iken KLMN dörtgeni bir paralelkenardır*

- ***Dışarıdaki dörtgenin dikdörtgen olduğu durumu inceleme***

Merve ABCD dörtgenini dikdörtgen oluşturmak için sürüklemiştir. Öğretmen diyalogundan sonra kararını vermiştir.

*Merve: ABCD dörtgeni dikdörtgen iken KLMN dörtgeni eşkenar dörtgen olur.*

Merve dörtgen çeşitlerini belirlemek için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere sürükleme yaparak ve kenar ve açı ölçerek 7.tekniği kullanmıştır. Bu teknikte amaçlı sürükleme (ii) ve kısıtlı sürükleme (iii) yapmıştır.

#### **4.6.4. Etkinlik 7: Orta dikme varignon dörtgenim**

##### ***Kenar orta dikme ve kesişim noktası oluşturma***

Merve öncelikle ABCD dörtgeninin kenar orta dikmelerini oluşturmak istemiş ancak “perpendicular bisector” aracını menülerde hemen bulamadığı için menüleri tek tek incelemiştir. Kenar orta dikmelerin kesişim noktalarını oluşturabilmek için öncelikle kesişmeyen doğruları uzatarak ekranda kesişir hale getirmeye çalışmış ancak doğruları uzatırken sorun yaşamış ve doğruların uzatılması konusunda öğretmenden yardım istemiştir. Öğretmen yardımından sonra “intersection points” aracını kullanarak kesişim noktalarını oluşturmuştur. Oluşan bu noktalara isim vermek istemiş ancak isim verirken menüyü seçmede ve isim yazmak için açılan metin kutusunu kullanmada sorun yaşamıştır. Öğretmen yardımından sonra noktalara K, L, M ve N isimlerini vermiştir.

##### ***Dörtgen oluşturma ve doğruları saklama***

Kesişim noktalarını polygon aracı ile birleştirerek dörtgen oluşturmuştur. Polygon aracını kullanırken daha önceki etkinliklerde yaşadığı sorunları yaşamamış ve dörtgeni bir denemede oluşturmuştur. Kenar orta dikmeleri saklamak isteyen Merve bunun için gerekli olan “hide/show” aracını menüler içerisinde hemen bulamadığı için menüleri tek tek incelemiştir. Doğruları sakladıktan sonra ekranda iç bölgede sadece KLMN dörtgeni bulunuyordu.

### ***Dörtgen çeşitlerini belirleme***

- ***İçerideki dörtgenin paralelkenar olduğu durumu inceleme***

İncelemeye ABCD dörtgenini sürükleyerek başlamıştır. Önce içerideki KLMN dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüş ve hemen arkasından da açılarını ölçmüştür. Sonra dışarıdaki ABCD dörtgeninin sırasıyla kenar uzunluklarını ve açılarını ölçmüştür. Dörtgenlere ait bütün kenar ve açıları ölçtükten sonra ABCD dörtgenini sürüklemeye başlamıştır. Sürüklemeyle birlikte değişimleri gözlemlemiş ve bir karara varmıştır.

ABCD dörtgeni paralel kenar  
KLMN dörtgeni paralel kenardır.

**Şekil 4.103.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

- ***Dışarıdaki dörtgenin kare olduğu durumu inceleme***

Merve öğretmenin hatırlatması olmadan kendiliğinden diğer dörtgenleri araştırmaya başlamış ve ABCD dörtgenini sürükleyerek kare oluşturmaya çalışmıştır. Dışarıdaki dörtgeni sürükleyerek kare oluştururken içerideki dörtgeni de gözlemleye çalışan Merve içeride oluşan durumu görünce şaşkınlığını gizleyememiştir. İçeride tüm noktalar üst üste gelmiş ancak Merve bu durumu nasıl ifade edeceğini bilememiştir ve bu nedenle sürüklemeye devam ederek noktaları ayırarak içeride bir dörtgen modeli oluşturmaya çalışmıştır. Bu durumda dışarıdaki dörtgen bozulmuş ve bu aşamada öğretmenden yardım istemiştir. Öğretmenle yaşadığı diyalogdan sonra noktaların üst üste gelmesinin yanlış bir durum olmadığını fark eden Merve kararını vermiştir.

ABCD dörtgeni kare iken KLMN  
dörtgeni noktaya dönüştü.

**Şekil 4.104.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

- ***Dışarıdaki dörtgenin dikdörtgen olduğu durumu inceleme***

Merve ABCD dörtgenini sürükleyerek dikdörtgen oluşturmaya çalışmıştır. Dikdörtgen oluştururken aynı anda hem açılarını hem de kenarlarını incelemede sorun yaşamıştır. Kenar uzunluklarına odaklanarak sürüklemeye yaptığı anda açılarının bozulduğunu, açılara odaklanarak sürüklemeye yaptığı anda ise kenar uzunluklarının

bozulduğunu görmüştür. Merve sürüklemeyi sadece bir özelliğe göre yapmaya çalıştığı için gözlem yapmada zorlanmıştır dolayısıyla dikdörtgeni oluşturmak için uzun bir sürükleme süreci yaşamıştır.

ABCD dörtgeni dikdörtgen iken KLMN  
dörtgeni noktayı dönüştü

**Şekil 4.105.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

- **Dışarıdaki dörtgenin eşkenar dörtgen olduğu durumu inceleme**

Merve ABCD dörtgenini eşkenar dörtgen oluşturmak için sürüklemiştir. Sürüklemeyle eşkenar dörtgen oluştururken zorlanmıştır. Dışarıdaki dörtgen eşkenar olduğunda içerideki dörtgeni gözlemlemiş ve bir karara varmıştır.

*Merve: ABCD eşkenar dörtgen ise KLMN karedir.*

Merve vermiş olduğu bu karardan sonra öğretmenle bir diyalog yaşamıştır. Merve yaptıklarını öğretmene anlatırken öğretmen Merve'ye bazı sorular sorarak gözlem yaparken dikkate almadığı durumların olduğunu fark ettirmiştir. Merve içerideki dörtgenin sadece kenar uzunluklarına bakarak cevap verdiği ve açılarına dikkat etmediği için kare olduğunu belirtmiştir ancak öğretmenle arasında geçen diyalogdan sonra açılara da dikkat etmesi gerektiğini anlamış ve kararını değiştirerek KLMN dörtgeninin eşkenar dörtgen olduğunu söylemiştir.

- **Dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğu durumu inceleme**

Merve ABCD dörtgenini bu sefer yamuk oluşturmak için sürüklemiş ve gözlemleri sonucunda kararını vermiştir.

ABCD dörtgeni yamuk iken KLMN dörtgeni yamuktur.

**Şekil 4.106.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Merve dörtgen çeşitlerini belirlemek için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere sürükleme yaparak ve kenar ve açı ölçerek 7.tekniği kullanmıştır. Bu teknikte amaçlı sürükleme (ii), kısıtlı sürükleme (iii) ve amaçlı ölçme (vi) yapmıştır.

#### 4. 6. 5. Etkinlik 8: Açıortay varignon dörtgenim

### ***Açıortay ve kesişim noktası oluşturma***

Merve öncelikle ABCD dörtgeninin açıortaylarını oluşturmak istemiş ve “angle bisector” aracını diğer etkinliklere göre menülerde daha kolay bulmuştur. Açıortayların kesişim noktalarını oluşturabilmek için öncelikle kesişmeyen doğruları uzatarak ekranda kesişir hale getirmeye çalıştı ve doğruları uzatırken daha önce yaşadığı sorunları yaşamamıştır. Sonra “intersection points” aracını kullanarak kesişim noktalarını oluşturmuştur. Oluşan bu noktalara isim vermek istemiş ve isim verirken daha önce yaşadığı sorunları yaşamamıştır. Noktalara K, L, M ve N isimlerini vermiştir.

### ***Dörtgen oluşturma ve doğruları saklama***

Kesişim noktalarını polygon aracı ile birleştirerek dörtgen oluşturmuştur. Polygon aracını artık rahatlıkla kullanabildiği görülmüş ve dörtgeni tek seferde oluşturmuştur. Açıortayları saklamak isteyen Merve “hide/show” aracını menülerden kolaylıkla bulmuş ve doğruları saklamıştır.

### ***Dörtgen çeşitlerini belirleme***

#### ***• Dışarıdaki dörtgenin paralelkenar olduğu durumu inceleme***

Merve araştırmaya yine ABCD dörtgenini sürükleyerek başlamıştır. Önce içerideki KLMN dörtgeninin kenar uzunluklarını ölçmüş ve hemen arkasından da açılarını ölçmüştür. Sonra dışarıdaki ABCD dörtgeninin sırasıyla kenar uzunluklarını ve açılarını ölçmüştür. Dörtgenlere ait bütün kenar ve açılar ölçtükten sonra ABCD dörtgenini sürüklemeye başlamıştır. ABCD dörtgenini sürükleyerek paralelkenar oluşturmuş, içerideki dörtgeni gözlemlemiş ve karar vermiştir.

*Merve: ABCD dörtgeni paralelkenar ise KLMN dörtgeni paralelkenardır.*

Merve bu aşamada öğretmen ile yaşadığı diyalogda yine KLMN dörtgeninin açılarına dikkat etmeden karar verdiğini anlamış ve açılar da göz önüne alarak verdiği cevabı düzeltmiştir. İçerideki KLMN dörtgeninin dikdörtgen olması gerektiğini belirtmiştir.

#### ***• Dışarıdaki dörtgenin dikdörtgen olduğu durumu inceleme***

Merve yine öğretmenin hatırlatması olmadan kendiliğinden diğer dörtgenleri



araştırmaya başlamış ve ABCD dörtgenini sürükleyerek dikdörtgen oluşturmaya çalışmıştır. Dışarısını dikdörtgen yaparken diğer etkinliklere göre daha kolay sürüklemeye çalışmıştır. Dışarıdaki dörtgeni sürükleyerek dikdörtgen oluştururken içerideki dörtgeni de gözlemleye çalışmış Merve bir karara varmıştır.

ABCD dörtgeni dikdörtgen iken KLMN bir karedir.

**Şekil 4.107.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

- ***Dışarıdaki dörtgenin kare olduğu durumu inceleme***

Merve ABCD dörtgenini sürükleyerek kare oluşturmaya çalışmıştır. Kare oluştururken diğer etkinliklere göre daha kolay sürüklemeye çalışmıştır. Dışarısını kare yaparken içeride noktalar üst üste geldiğinde önceki etkinliklerde olduğu gibi şaşırmamış ve kararını vermiştir.

ABCD dörtgeni kare iken KLMN bir noktadır.

**Şekil 4.108.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

- ***Dışarıdaki dörtgenin eşkenar dörtgen olduğu durumu inceleme***

Merve ABCD dörtgenini eşkenar dörtgen oluşturmak için sürüklemiştir. Sürüklemeye eşkenar dörtgen oluştururken daha önceki etkinliklerde yaşadığı zorluğu yaşamamıştır. Dışarıdaki dörtgen eşkenar olduğunda içerideki durumu gözlemlemiş ve bir karara varmıştır.

ABCD dörtgeni Eşkenar dörtgen iken noktadır.

**Şekil 4.109.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

- ***Dışarıdaki dörtgenin yamuk olduğu durumu inceleme***

Merve ABCD dörtgenini yamuk oluşturmak için sürüklemiş ve gözlemleri sonucunda kararını vermiştir.

ABCD dörtgeni yamuk iken KLMN yamuktur.

**Şekil 4.110.** Merve'nin Etkinlik Kağıdına Yazdığı Cevap

Merve dörtgen çeşitlerini belirlemek için etkinlik ön analizinde belirtildiği üzere sürüklenme yaparak ve kenar ve açı ölçerek 7.tekniği kullanmıştır. Bu teknikte amaçlı sürüklenme (ii), kısıtlı sürüklenme (iii) ve amaçlı ölçme (vi) yapmıştır.

#### **4.7. Merve'nin Enstrümantal Oluşumu**

Bu bölümde Merve'nin süreç etkinlikleri uygulamaları sonucunda sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine değinilmiştir. Merve'nin sürüklenme ve ölçme araçlarına ait enstrümanlı eylem şemaları dörtgen çeşidini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme ve dörtgen oluşumları gibi görev tipleri kapsamında açıklanacaktır. Merve'nin sürüklenme ve ölçme araçlarına ait kullanım şemalarına ise bütün öğrencilerin kullanım şemalarının birlikte verildiği bölümde değinilmiştir.

##### **4.7.1. Merve'nin enstrümanlı eylem şemaları**

###### ***Dörtgen çeşitlerini belirleme enstrümanlı eylem şeması***

- *Bütün verileri toplama:* Merve bir dörtgenin çeşidini belirlemek için dinamik ortamda sürüklenme ve ölçme araçlarını bir arada kullanmaktadır. Çalışmasına öncelikle sürüklenme aracı ile başlamakta ve *amaçlı* sürüklenme yaparak dörtgen çeşidine ait ilk gözlemlerini yapmaktadır. Daha sonra dörtgenin bütün kenar uzunluklarını ölçmekte ve hemen ardından bu ölçmeyi sürüklenme ile desteklemektedir. Kenar uzunluğu ölçümünden sonra dörtgenin bütün açılarını ölçmekte ve hemen ardından yine sürüklenme ile desteklemektedir. Merve'nin yaptıklarına bakıldığında veri toplamak için *amaçlı* olarak ölçme aracını, elde edilen verileri gözlemleyebilmek için *amaçlı* olarak sürüklenme aracını kullanmayı tercih etmektedir.

Merve'nin dörtgen çeşidi hakkında veri toplamak için hem kenar hem de açı ölçmesi çalışmasına bir bakıma ön hazırlık yaptığını gösterirken süreç içerisinde bu bilgilerin hepsini kullanarak bir değerlendirme yaptığı anlamına gelmemektedir. Öyle ki Merve'nin dörtgen çeşitlerine karar verirken hazırlık amaçlı topladığı verilerin hepsini kullanmadığı ve kararlarını sıklıkla sadece ya kenar uzunluklarının ölçüm sonuçlarına ya da açılarının ölçüm sonuçlarına göre vermesi bu durumunun bir kanıtı niteliğindedir. Merve'nin topladığı bütün kenar uzunlukları ve açı bilgilerini bir arada birleştirerek

kullanamaması dinamik ortamın sağladığı bu ölçme aracının potansiyelinin Merve tarafından aslında pek de anlamlandırılmadığı şeklinde yorumlanabilir.

- *Verileri gözleme:* Merve dörtgen çeşidini belirlemek adına yaptığı ölçüm sonuçlarını gözlemek için sürükleme aracından yararlanmaktadır. Süreç boyunca Merve'nin sürükleme aracını kullanımı incelendiğinde ilk etkinlik uygulamalarında çok fazla sürükleme yaptığı görülebilmektedir. Merve'nin çok fazla sürükleme yapması onun gözlemlerini daha iyi yaptığı anlamına gelmemekle birlikte sürüklemeyi gözlem yapmasını kolaylaştıracak bir şekilde yapamadığı için fazla zaman harcamasına neden olmaktadır. Sürükleme aracının Merve tarafından kullanımı dikkate alındığında dinamik ortamda sürüklemenin Merve için gözlem yapılmasını ve sonrasında karar verilmesini engelleyen bir araç haline dönüştüğü söylenebilir.

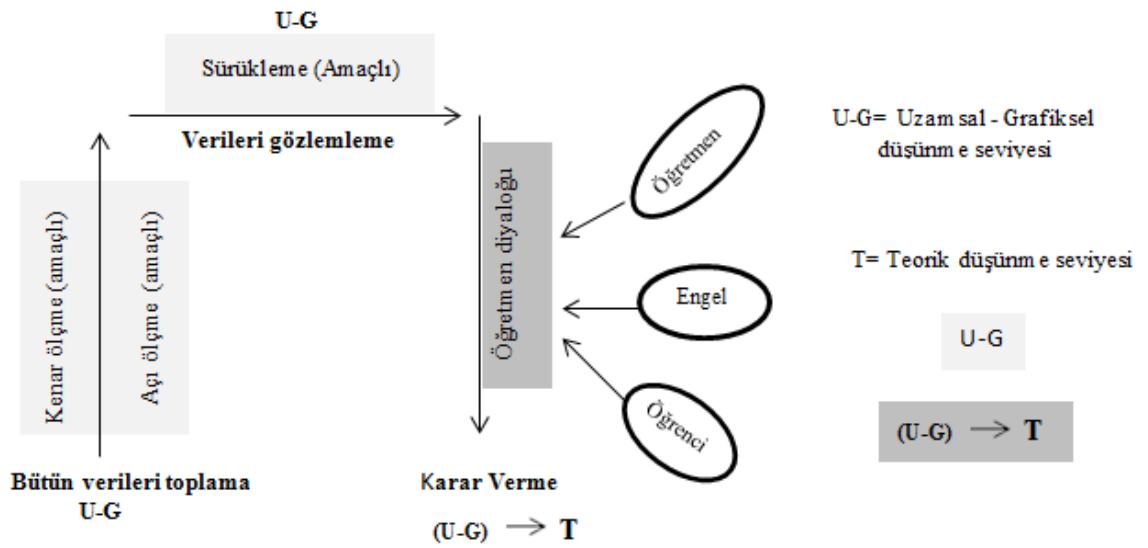
Gözlem yapmak için sürükleme aracını kullanan Merve'nin veri toplamak için ölçtüğü kenar uzunluklarını ve açıları aynı anda dikkate alarak gözlemleyemediği de ortaya çıkmaktadır. Merve'nin dörtgen çeşitlerine ait topladığı verilere ve bu verilerden yola çıkarak verdiği kararlara bakıldığında ya kenar uzunluklarına ait verileri ya da açılara ait verileri gözlem sırasında görmezden gelerek bir karar verdiği görülmektedir. Bu durum da Merve'nin sürükleme yaparken kenar uzunlukları ve açı özelliklerini bir arada gözlemleyemediğinin bir göstergesidir.

Bütün bunların yanı sıra Merve sürecin ilerleyen etkinliklerinde sürüklemeyi yeterli yapmakla birlikte verileri daha iyi gözlemleyebilmektedir. Kenar uzunlukları ve açı özelliklerini bir arada dikkate alarak gözlemlediği son etkinliklerde vermiş olduğu kararların daha isabetli olduğu da görülmektedir. Bu durum Merve'nin çalışma ortamının kendisine sağlamış olduğu dinamiklik özelliğinden anlamlı bir şekilde yararlanarak sürükleme aracı ile gözlem yaparken ve ölçme aracı ile topladığı verileri yorumlarken olumlu yönde bir gelişim gösterdiğinin kanıtıdır. Diğer bir ifade ile sürükleme aracı enstrümantasyon sonunda Merve için bir gözlem enstrümanına dönüşmüştür.

- *Öğretmen diyalogu ile karar verme:* Merve dörtgen çeşidini belirleyebilmek için çalışmalarını sırasında sıklıkla öğretmen ile diyaloga girmektedir. Dinamik ortamda yapmış olduğu her bir

aşamayı öğretmene onaylatma ihtiyacı hisseden Merve öğretmene yaptıklarını açıklarken aslında bir bakıma doğrulama yaptığı da söylenebilir. Merve'nin öğretmene bağımlı olarak çalışması aynı zamanda onun teknolojik ortamda kendisini yeterli hissetmediğini de göstermektedir. Diğer bir açıdan Merve'nin öğretmenle diyalogları sırasında dörtgen çeşitlerini belirlerken dikkate almadığı veya gözden kaçırdığı durumlar da ortaya çıkmakta ve bu diyaloglar Merve'nin dörtgen çeşitlerine ilişkin kavramsal bilgileri hakkında ipuçları vermektedir. Örneğin Merve'nin dörtgen çeşitlerini belirlerken yamuk şeklinde sıkıntı yaşaması ve yamuğu belirleyememesi yamuğa ilişkin kavramsal bilgilerinde önemli eksiklikler olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Şekil 4.111'de, Merve'nin dörtgen çeşidini belirleme süreci gösterilmektedir.



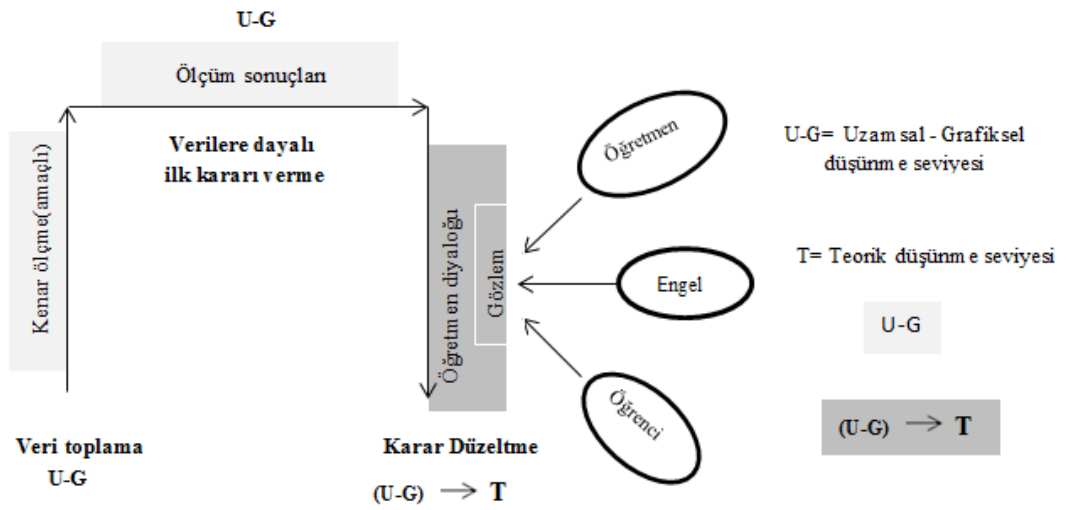
Şekil 4.111. Merve'nin Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci

#### Çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme enstrümanlı eylem şeması

- *Veri toplama:* Merve çizim olarak kare görünümünde verilen bir dörtgenin kare olup olmadığını belirlemek için ölçme aracından yararlanmaktadır. Dörtgenlerin bütün kenarlarını ölçerek bilgi toplayan Merve bu süreçte bir dörtgenin kenar uzunluklarındaki farklılığı dörtgenlerin kenar uzunluklarında kendi içerisinde farklılık ile karşılaştığı durumlarda şaşkınlığını belirten tepkiler verdiği

saptanmıştır. Bu durum aslında Merve'nin ekranda gördüğü dörtgen çizimlerinin ilk bakışta hepsini kare olarak düşündüğünü açıkça göstermektedir. Dinamik ortamda kare görünümlü dörtgenlerin sadece çizimlerine odaklanarak karar vermesi Merve'nin görsel şekil algısının ölçümden daha ön planda olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

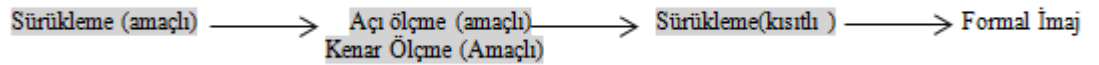
- *Verilere dayalı ilk kararlar:* Merve'nin sadece kenar uzunluğu ölçerek elde ettiği verilerden yararlanması onun yine tek bir özelliğe göre karar vermeye çalıştığını göstermektedir. Öğretmenle yaşadığı bir diyalogda sadece kenar uzunluğu bilgilerine göre aslında eşkenar dörtgen olan bir dörtgen için kare, paralelkenar olan bir dörtgen için ise dikdörtgen olduğunu söyleyen Merve dörtgenlere ait açı özelliğini dikkate almayarak göz ardı etmektedir.
- *Öğretmen diyalogu sonrasında gözlem yaparak karar düzeltme:* Göz ardı ettiği açı özelliğini öğretmenle yaptığı diyalog sırasında fark eden Merve açı özelliği ile kenar özelliği bilgilerini birleştirerek dörtgenlere ait yanlış kararlarını düzeltebilmektedir. Bu durum aslında Merve'nin dörtgenlere ait kavramsal bilgisinin tam olduğunu ancak dinamik ortamda çalışırken sürüklenme ile gözlemleri ve kararları sırasında bu bilgilerinden yeterince yararlanamadığını göstermektedir.



**Şekil 4.112.** Merve'nin Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci

### ***Dörtgen oluşumları ile ilgili enstrümanlı eylem şeması***

- *Formal imaj/çizime dönüştürme:* Merve bir dörtgeni özel bir dörtgen haline getirmek istediğinde öncelikli olarak sürükleme aracından yararlanmaktadır. Sürükleme yaparak özel bir dörtgen oluşturmaya çalışan Merve'nin formal imaj oluşturmak için sürükleme aracını ilk etkinliklerdeki kullanımı yetersiz kalmaktadır. Sürükleme aracını ölçme ile destekleyen Merve özel dörtgen oluşturmak için bütün kenar uzunlukları ve açıları da ölçmektedir. İlerleyen etkinliklerde sürüklemeyi özel bir dörtgeni oluşturacak biçimde *kısıtlı* yapmaya başlayan Merve kenar uzunlukları ve açı değişimlerini de gözlemleyerek dörtgenlere ait formal imajlar oluşturmaktadır.



**Şekil 4.113.** *Merve'nin Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci*

### **4.8. Uygulamaya Katılan Diğer Öğrencilerin Enstrümantal Oluşumları**

Bu bölümde uygulamaya katılan ancak yukarıda ayrıntılı etkinlik akışları verilmeyen toplam altı öğrencinin yapılan analizler sonucunda ortaya çıkan enstrümanlı eylem şemaları verilmiştir. Bulgular bölümünde her bir başarı seviyesi grubundan birer öğrencinin ayrıntılı etkinlik akışlarına yer verilmiş, diğer öğrencilerin ise etkinlik akışları verilmeden eylem şemalarına değinilmiştir. Öğrencilerin sürükleme ve ölçme araçlarına ait kullanım şemalarına ise ayrıca bütün öğrencilerle birlikte değinilmiştir. Bu bölümde toplam altı öğrenciye ait eylem şemaları verilmiştir.

#### **4.8.1. Ahmet'in Enstrümantal Oluşumu**

Ahmet matematik akademik başarı düzeyi yüksek, teknolojiyi yetkin bir şekilde kullanabilen, etkinlik uygulamalarına istekli olarak katılan, teorik düşünen bir öğrencidir. Ahmet'in her bir etkinlik uygulamasına ait çalışma süreleri tablo 4.4'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.4.** *Ahmet'in Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri*

Etkinlik	1	2	3	4	5	6	7	8
Süre	27' 38"	24' 19"	18' 55"	18' 43"	28' 34"	25' 48"	21' 32"	17' 52"

Tablodaki bilgilere göre Ahmet'in etkinlikleri diğer öğrencilere göre kısa sürelerde tamamladığı ve süreç içerisinde etkinlikler için harcadığı zamanın azaldığı görülmektedir.

Bu bölümde Ahmet'in süreç etkinlikleri uygulamaları sonucunda sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine değinilmiştir. Ahmet'in sürüklenme ve ölçme araçlarına ait enstrümanlı eylem şemaları dörtgen çeşidini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme ve dörtgen oluşumları gibi görev tipleri kapsamında açıklanacaktır. Ahmet'in sürüklenme ve ölçme araçlarına ait kullanım şemalarına ise bütün öğrencilerin kullanım şemalarının birlikte verildiği bölümde değinilmiştir.

### ***Dörtgen çeşitlerini belirleme enstrümanlı eylem şeması***

- *Veri toplama (bir özelliğine göre):* Ahmet bir dörtgenin çeşidini belirlemek için öncelikle sürüklenme yapmayı tercih etmektedir. Dörtgeni *amaçlı* olarak sürükleyerek dörtgenin özelliklerine ait bilgileri görsel algılama yoluyla toplamaktadır. Örneğin 4. etkinlikte bir dörtgen ile bu dörtgenin bir noktaya göre simetrisinin üst üste getirildiğinde köşe noktalarının hangi çeşit dörtgenlerde çakışabildiği sorulduğunda Ahmet ilk alınan dörtgeni sürükleyerek özel bir dörtgen haline getirmektedir. Bunu yaparken de sürüklemeyi oluşturmak istediği dörtgenin kenar ve açı özelliklerine dikkat ederek yapmaktadır. Ahmet benzer şekilde 5. etkinlikte de dörtgenlerin çeşitlerini belirleyebilmek için yine öncelikli olarak sürüklenme yapmayı tercih etmektedir. Ahmet'in sürüklemeyi yapmasındaki amaç dörtgenlerin açı ve kenarlarındaki değişimlere odaklanarak şeklin korunan özelliklerini keşfetmektir. 6, 7 ve 8. etkinliklerde de Ahmet çalışmaya yine içerideki ve dışarıdaki dörtgenleri sürükleyerek başlamakta ve dörtgenlerin çeşitlerine ait ilk keşiflerini yapmaktadır. Sürüklenme ile ilk verilerini toplayan Ahmet daha sonra açı ölçmeyi tercih etmekte ve daha önce sürüklenme yaparak elde ettiği ilk verileri açı ölçüm sonuçları ile desteklemektedir. Bu durum 6, 7 ve 8. etkinliklerde sıklıkla gözlemlenmektedir. Bunun için sürüklenme yaptıktan sonra öncelikle dışarıdaki dörtgenin daha

sonra da içerideki dörtgenin açılarını ölçmektedir. Ahmet bu aşamada *amaçlı* sürüklemeyi ve *amaçlı*

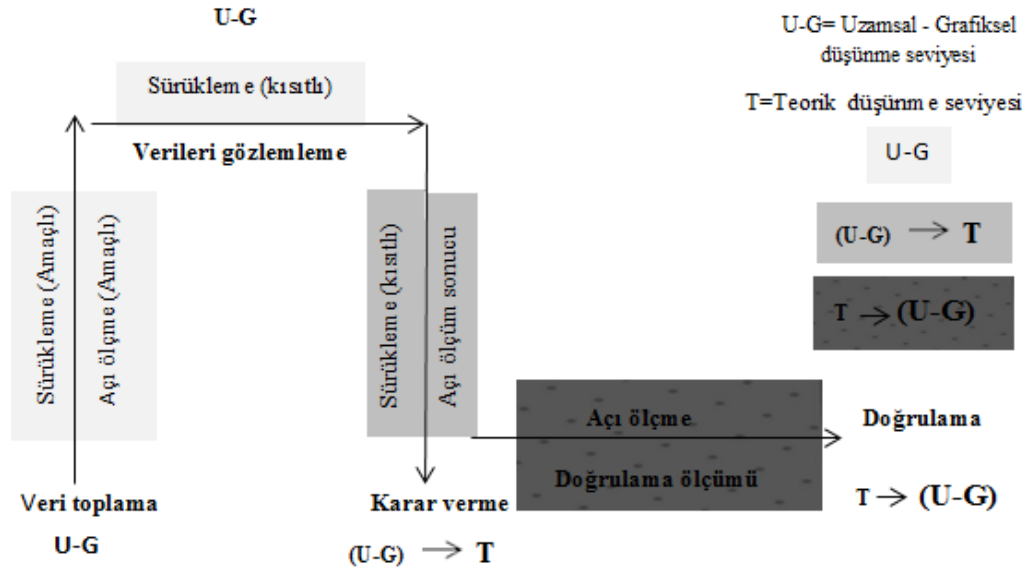
ölçmeyi bir veri toplama aracı olarak kullanmaktadır.

- *Verileri gözlemeleme:* Sürükleme yaparak ve açı ölçerek dörtgene ilişkin bilgileri toplayan Ahmet bu bilgileri gözlemelemek ve değişmeyen özellikleri keşfetmek için tekrardan sürükleme yapmaktadır. Yapılan *kısıtlı* sürükleme ile dörtgenlere ait açı ölçüm sonuçlarının nasıl değiştiğine odaklanmakta ve bunu o dörtgene ait görsel şekille desteklemektedir. Örneğin 6, 7 ve 8. etkinliklerde dışarıdaki ve sonrasında içerideki dörtgenin açılarını ölçtüktan sonra tekrar sürükleme yaparak dörtgenlerin açı özelliklerine ilişkin gözlemlerini yaparken şekillerin değişmeyen açı özelliklerine odaklanmaktadır.
- *Karar verme:* Ahmet daha önce elde ettiği bilgiler ve *kısıtlı* sürükleme ile yaptığı gözlemler sonucunda dörtgen çeşidine ait kararını vermektedir. Ahmet dörtgen çeşidini belirlemek adına kenar uzunluğu ölçmese de gözlem yaparken ve kararını verirken kenar özelliğini de dikkate almaktadır. Ahmet'in görsel şekil algısına güveniyor olması dörtgen çeşidini belirlerken bir bakıma kenar uzunluğu ölçmesinin önüne geçmektedir. Örneğin 6. etkinlikte dışarıdaki dörtgeni sürükleyerek ve açılarını ölçerek bir paralelkenar haline getiren Ahmet içeride oluşan şeklin paralelkenar olduğuna karar verirken sadece ölçmüş olduğu açıların sonuçları gözlemeyerek karar vermektedir çünkü kenar uzunluklarının birbirinden farklı ve karşılıklı kenarların eşit uzunlukta olduğunu dinamik ortamda sürükleyerek keşfedebilmektedir. Böylece kenar uzunluklarını görsel olarak sürükleme yardımıyla kolaylıkla gözlemleyebilen Ahmet kenar uzunluklarına ait niceliksel sonuçları ekranda görme ihtiyacını hissetmemektedir.
- *Doğrulama:* Ahmet dörtgen çeşidine ait kararını verdikten sonra bu kararını doğrulamak istemektedir. Bunun için de dörtgenin daha önce ölçülmemiş olan açılarını ölçmektedir. Örneğin 5. etkinlikte Ahmet sürükleme yaparak çeşidine karar verdiği paralelkenarın ve eşkenar



dörtgenin karşılıklı ikişer açısını, yamuğun ise paralelkenarlar arasında kalan açılarını ölçerek verdiği kararların doğruluğunu göstermektedir. Ahmet'in verdiği kararları doğrulamak için ölçtüğü açılara bakıldığında ise dörtgen çeşidini belirlemede kritik olan özellikleri seçtiği görülmektedir. Ahmet çalışmanın başında veri toplamak için kullanmakta olduğu ölçme aracını ilerleyen bu aşamada doğrulama aracı olarak kullanmaktadır. Bu durum dinamik ortamda kullanılan aynı artefactin süreç içerisinde farklı iki enstrümana dönüştüğünün açık bir göstergesidir.

Şekil 4.114'de, Ahmet'in dörtgen çeşidini belirleme süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.114. Ahmet'in Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci

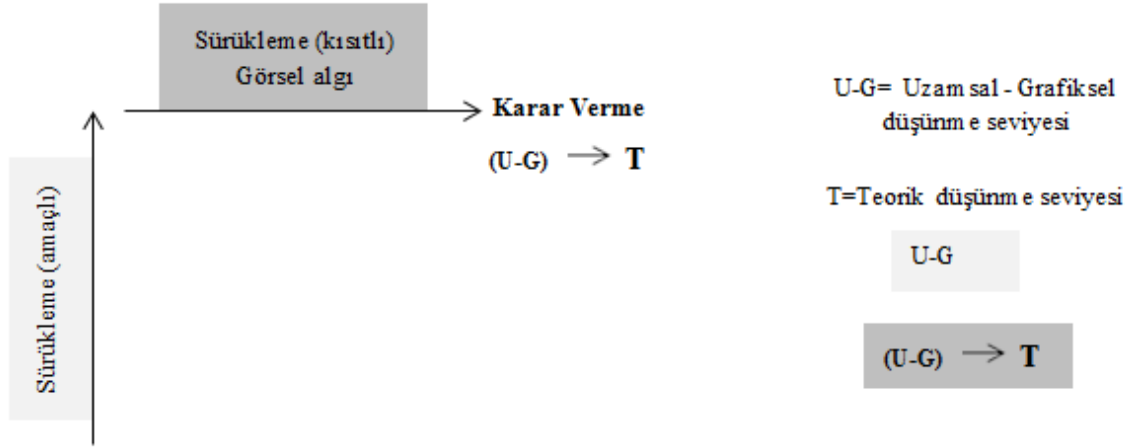
#### Çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme enstrümanlı eylem şeması

- *Korunan özellikleri gözlemleme:* Ahmet çizim olarak kare görünümünde olan dörtgenlerin hangilerinin kare olduğuna karar vermek için dörtgenleri sırasıyla tek tek sürüklemektedir. Sürüklemeyle birlikte dörtgenin görselliğindeki değişimini gözlemleyen Ahmet bu sürükleme aracını herhangi bir ölçümle desteklememektedir. Ahmet'in bu süreçte kenar uzunluğu ya da açı ölçümü yapmaması sürükleme aracı ile birlikte dörtgenlere ait kenar

ve açı özelliklerini dikkate almayarak gözlemlemediği anlamına gelmemektedir. Aksine Ahmet ölçüm yapmamış da olsa sürüklemeye birlikte açılarda ve kenarlarda meydana gelen değişimi inceleyerek bu özelliklerin bir kare oluşturacak şekilde korunup korunmadığına odaklanmaktadır. Örneğin 5. etkinlikte dörtgenlerin her birini tek tek sürükleyen Ahmet'in yaptığı sürüklemeleri şekillerin açılarının 90 derece ve kenar uzunluklarının eşit kalıp kalmadığını test edecek şekilde yaptığı görülmektedir. Ahmet'in çalışması incelendiğinde dörtgenin sürüklendiğinde açı ve kenarlarında meydana gelen değişimlerden dolayı paralelkenar ve yamuğu kolaylıkla belirleyebildiği, kenar uzunlukları eşit kalan eşkenar dörtgeni belirlerken ise sürüklemeyi açının değişmesini sağlayan uygun köşesinden yapabilmek için her bir köşesinden deneyerek daha uzun süre yaptığı görülmektedir.

- *Karar verme:* Bir gözlem aracı olarak kullanılan sürükleme ile birlikte dörtgenlere ait korunan özellikleri inceleyen Ahmet her bir dörtgenin sahip olduğu özellikleri karenin korunan özellikleri ile karşılaştırarak kararını vermiştir. Bu kararı verirken sadece sürükleme aracından ve yine görsel şekil algısından yararlanmaktadır. Örneğin 5. etkinlikte Ahmet'in odaklandığı ve karar vermesinde etkili rol oynayan önemli özellikler açılarının 90 derece ve kenar uzunluklarının eşit olup olmadığıdır. Sürüklemeyi kare için kritik olan bu özellikleri keşfedecek şekilde yapan Ahmet incelediği dörtgenin bu özellikleri sağlamadığını anladığında dörtgen hakkındaki kararını vermektedir.

Şekil 4.115 Ahmet'in çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme süreci gösterilmektedir.

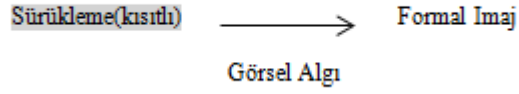


**Korunan özellikleri  
gözlemleme  
U-G**

**Şekil 4.115.** Ahmet'in Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci

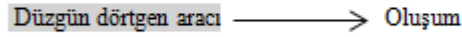
#### ***Dörtgen oluşumları ile ilgili enstrümanlı eylem şeması***

- *Formal imaj/çizime dönüştürme eylem şeması:* Ahmet özel bir dörtgen oluşturmak istediğinde sadece sürükleme aracını kullanmaktadır. Sürüklemeyi *kısıtlı* yapan Ahmet kenar ve açılarına da dikkat ederek dörtgeni özel bir duruma getirmektedir. Şekillere ait görsel algılaması ön planda olan Ahmet sürüklemeyi özel dörtgene ait formal çizim görülür hale gelene kadar devam ettirmektedir. Örneğin 6, 7 ve 8. etkinliklerde bir paralelkenar oluşturmak istediğinde öncelikli olarak sürüklemeye birlikte uzun ve kısa kenarlar oluşturmakta ve karşılıklı kenarları eşit duruma getirmektedir. Kenarları düzenledikten sonra ise karşılıklı kenarları birbirine paralel duruma getirerek bir paralelkenarın formal imajına ait kenar görünümünü elde etmektedir. Karşılıklı kenarlar arasındaki paralelligi oluştururken kenar uzunluklarında bir değişiklik meydana gelirse tekrar *kısıtlı* sürüklemeyi kullanarak hem kenar uzunlukları hem de paralellik özelliğini göz önüne alarak paralelkenara ait son formal imajı oluşturmaktadır.



**Şekil 4.116.** Ahmet'in Formal İmaj/Çizime Dönüştürme Süreci

- *Kare ve dikdörtgen oluşturma eylem şeması (özel araç vasıtasıyla)* :Ahmet özel olarak bir kare çizmek istediğinde dinamik yazılımın menüleri içerisinde yer alan “düzgün dörtgen” aracını kullanmayı tercih etmektedir. Benzer şekilde özel olarak bir dikdörtgen çizmek istediğinde Ahmet bu sefer dinamik yazılımın menüleri içerisinde yer alan “dikdörtgen” aracını kullanmayı tercih etmektedir. Düzgün dörtgen ve dikdörtgen araçlarının kullanım komutlarını takip ederek bir kare ve bir dikdörtgen oluşturmaktadır. Dinamik ortamda ilgili araçlar kullanılarak oluşturulan kare ve dikdörtgenin özelliklerinden ve oluşumundan endişe etmeyen Ahmet bu dörtgenlerde herhangi bir kenar uzunluğu ve açı ölçümü yapmamaktadır.



**Şekil 4.117.** Ahmet'in Kare Oluşturma Süreci



**Şekil 4.118.** Ahmet'in Dikdörtgen Oluşturma Süreci

#### 4.8.2. Mehmet'in Enstrümantal Oluşumu

Mehmet matematik akademik başarı düzeyi orta, teknolojiyi yeterli bir şekilde kullanabilen, etkinlik uygulamalarına istekli olarak katılan bir öğrencidir. Mehmet'in her bir etkinlik uygulamasına ait çalışma süreleri tablo 4. 5'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.5. Mehmet'in Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri**

Etkinlik	1	2	3	4	5	6	7	8
Süre	34' 44"	32' 54"	30' 43"	30' 50"	34' 46"	31' 23"	29' 14"	24' 37"

Tablodaki bilgilere göre Mehmet'in etkinlikleri ortalama sürelerde tamamladığı ve süreç içerisinde etkinlikler için harcadığı zamanın azaldığı görülmektedir.

Bu bölümde Mehmet'in süreç etkinlikleri uygulamaları sonucunda sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine değinilmiştir. Mehmet'in sürüklenme ve ölçme araçlarına ait enstrümanlı eylem şemaları dörtgen çeşidini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme ve dörtgen oluşumları gibi görev tipleri kapsamında açıklanacaktır. Mehmet'in sürüklenme ve ölçme araçlarına ait kullanım şemalarına ise bütün öğrencilerin kullanım şemalarının birlikte verildiği bölümde değinilmiştir.

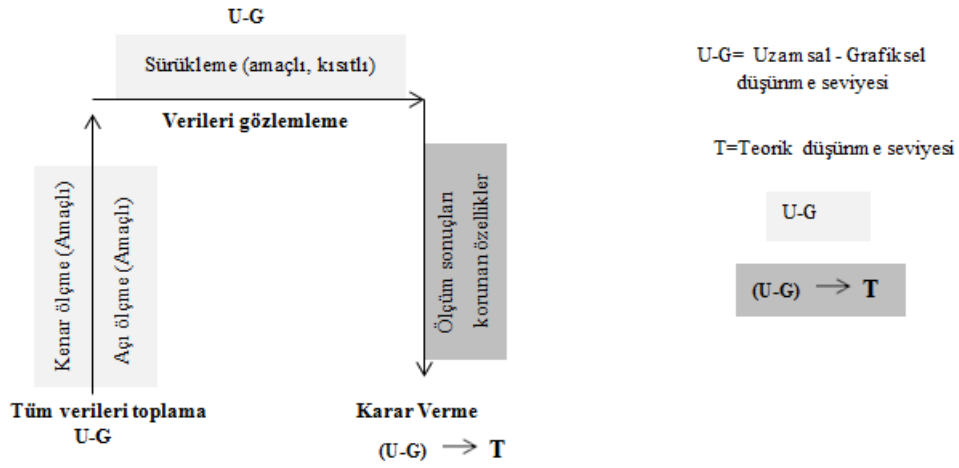
#### ***Dörtgen çeşidini belirleme enstrümanlı eylem şeması***

- *Tüm verileri toplama:* Mehmet herhangi bir dörtgenin çeşidini belirleyebilmek için öncelikle o dörtgenin kenar uzunluklarını ve açılarını ölçmektedir. Mehmet'in dörtgenin bütün kenar uzunluklarını ve açılarını ölçmesi dörtgen çeşidine karar vermek için öncelikle bütün verileri toplamak istediğini göstermektedir. Örneğin 5. etkinlikte çizim olarak kare görünümlü dört adet dörtgenin çeşitlerine karar vermek istediğinde her bir dörtgeni ayrı ayrı incelemektedir. İlk dörtgende öncelikle bütün kenar uzunluklarını ve ardından bütün açılarını ölçmektedir. İlk dörtgen için yapmış olduğu bu işlemleri sırasıyla diğer dörtgenler için de tekrarlamaktadır. 6, 7 ve 8. etkinliklerde ise dörtgen çeşitlerini belirleyebilmek için öncelikle dışarıdaki dörtgene ait verileri ardından ise içerideki dörtgene ait verileri toplamayı tercih etmektedir. Mehmet dışarıdaki dörtgende önce bütün kenar uzunluklarını ve ardından bütün açılarını ölçmektedir. Dışarıdaki dörtgene ait veri toplamasını bitirdikten sonra da içerideki dörtgenin önce bütün kenar uzunluklarını ve ardından bütün açılarını ölçmektedir.
- *Verileri gözleme:* Önce ölçme aracıyla dörtgenlere ait bütün verileri toplayan Mehmet ardından sürüklenme aracı ile toplamış

olduğu bu verilere ait ölçüm sonuçlarını gözlemlemektedir. Örneğin 5. etkinlikte her bir dörtgeni ayrı ayrı ele alarak ölçüm yapan Mehmet yine dörtgenleri aynı sırayla tek tek ele almaktadır. Her bir dörtgeni *amaçlı* olarak sürükleyerek kenar uzunlukları ve açılara ait ölçüm sonuçlarında meydana gelen değışikliği incelemektedir. Dinamik ortamın sağlamış olduğu sürüklenme özelliği ile kenar uzunluklarını ve açılarını aynı anda dikkate alarak gözlem yapmaktadır. 6, 7 ve 8. etkinliklerde dışarıdaki ve içerdeki dörtgene ait toplamış olduğu ölçüm verilerini yine sürüklenme aracı ile gözlemlemektedir. Bu etkinliklerde öncelikli olarak dışarıdaki dörtgeni *kısıtlı* olarak sürüklemekte ve kenar ve açılardaki değışimi incelemektedir. Dışarıdaki dörtgenin sürüklenmesiyle birlikte otomatik olarak içerdeki dörtgen de hareket etmektedir. Mehmet dışarıdaki dörtgeni sürükleyerek gözlem yaparken bir de eş zamanlı olarak içerdeki dörtgenin kenar ve açı değışikliğini incelemek zorundadır. Dışarıdaki dörtgende meydana gelen değışiklikleri gözlemlerken içerdeki dörtgenin de kenar ve açılara odaklanan Mehmet *kısıtlı* sürüklemeye birlikte bu zorluğun üstesinden gelmektedir.

- *Karar verme:* Ölçme aracı ile dörtgenlere ait bütün verileri toplayan Mehmet yapmış olduğu *amaçlı* ve *kısıtlı* sürüklemeler neticesinde dörtgenlere ait değışmeyen özellikleri keşfederek dörtgen çeşitlerine karar vermektedir. Mehmet'in sürüklemeler ile birlikte dörtgenin kenar uzunlukları ve açılardaki korunan özelliklerine odaklanması dörtgen çeşidi hakkında vereceği kararları belirlemektedir. Örneğin 5. etkinlikte yapılan sürüklemeler neticesinde Mehmet açılardaki ölçüm sonuçlarının değışmemesiyle birlikte dörtgen çeşidi için kare, kenar uzunluklarındaki ölçüm sonuçlarının değışmemesiyle birlikte dörtgen çeşidi için eşkenar dörtgen, karşılıklı açılar ve kenar uzunluklarındaki ölçüm sonuçlarının değışmemesiyle birlikte dörtgen çeşidi için paralelkenar, paralel kenarlar arasında bulunan iki açının ölçümleri toplamının değışmemesiyle birlikte dörtgen çeşidi için yamuk kararlarını vermektedir.

Şekil 4.119. Mehmet'in dörtgen çeşidini belirleme süreci gösterilmektedir.

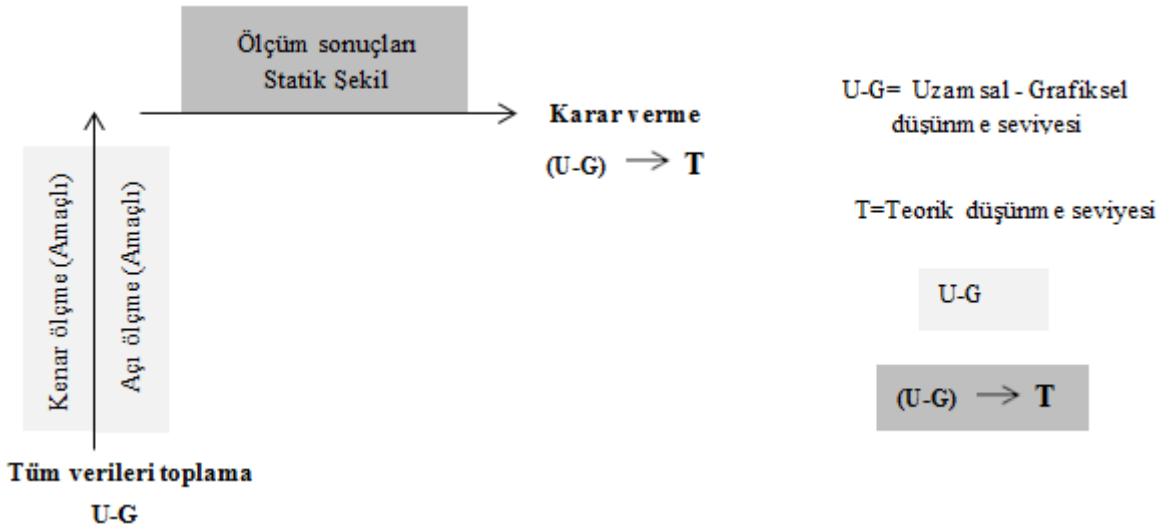


**Şekil 4.119.** Mehmet'in Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci

#### **Çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme enstrümanlı eylem şeması**

- *Tüm verileri toplama:* Mehmet 5. etkinlikte çizim olarak kare görünümünde verilen dörtgenlerin hepsinin kare olup olmadığını belirlemek adına öncelikli olarak ilk dörtgen için bütün kenar uzunluklarını ve ardından bütün açılarını ölçmektedir. İlk dörtgen için yapmış olduğu bu işlemleri diğer dörtgenler için de sırasıyla tekrar etmektedir. Böylece Mehmet her bir dörtgen için kare olup olmadığını belirlemek adına bütün verileri toplamaktadır.
- *Karar verme:* Mehmet her bir dörtgen için toplamış olduğu verileri değerlendirerek dörtgenlerin hangilerinin kare olduğunu belirlemektedir. Mehmet kararını verirken dörtgenlere herhangi bir sürüklemeye hareketi yapmamakta ve sadece ölçüm sonuçlarını dikkate almaktadır. Sürüklemeye aracını kullanmayarak statik şekillerin sahip olduğu kare görünümünü değiştirmek istememektedir. Bu durum Mehmet'in yapmış olduğu kenar uzunluğu ve açı ölçüm sonuçlarını bir karenin kenar ve açı özellikleri ile kıyaslayarak karar verdiğini göstermektedir.

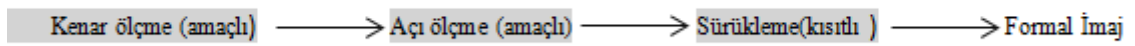
Şekil 4.120'de Mehmet'in çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.120. Mehmet'in Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci

#### ***Dörtgen oluşumları ile ilgili enstrümanlı eylem şeması***

- *Formal imaj/şekle dönüştürme:* Mehmet özel bir dörtgen oluşturmak için örneğin 4. etkinlikte önce o dörtgene ait bütün kenar uzunluklarını ve ardından bütün açılarını ölçmektedir. Ölçme aracını kullanarak dörtgenin kenar ve açılara ait bilgi toplayan Mehmet bu kenar ve açılarını oluşturmak istediği özel dörtgenin özelliklerini yansıtacak biçimde *kısıtlı* olarak sürükleyerek gözlemlemekte ve sonunda dörtgene ait formal görünümü oluşturmaktadır. Mehmet'in özel dörtgeni oluştururken sadece sürükleme aracından yararlanmaması ve öncelikle ölçme aracı ile kenar ve açılara ait bilgiler toplaması oluşturmak istediği özel dörtgenin bütün korunmuş özelliklerine sahip olduğuna emin olmak istemesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.121. Mehmet'in Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci

#### **4.8.3. Osman'ın Enstrümantal Oluşumu**

Osman matematik akademik başarı düzeyi düşük, teknolojiyi yetersiz bir şekilde kullanabilen, etkinlik uygulamalarına isteksiz olarak katılan, öğretmen desteğine ve tamamlamasına ihtiyaç duyan bir öğrencidir. Osman'ın her bir etkinlik uygulamasına ait



çalışma süreleri tablo 4.6'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.6.** *Osman'ın Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri*

Etkinlik	1	2	3	4	5	6	7	8
Süre	41' 36"	40' 23"	39' 13"	36' 37"	39' 24"	38' 22"	36' 38"	30' 42"

Tablodaki bilgilere göre Osman'ın etkinlikleri diğer öğrencilere göre daha uzun sürelerde tamamladığı ancak yine de süreç içerisinde etkinlikler için harcadığı zamanın azaldığı görülmektedir.

Bu bölümde Osman'ın süreç etkinlikleri uygulamaları sonucunda sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine değinilmiştir. Osman'ın sürüklenme ve ölçme araçlarına ait enstrümanlı eylem şemaları dörtgen çeşidini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme ve dörtgen oluşumları gibi görev tipleri kapsamında açıklanacaktır. Osman'ın sürüklenme ve ölçme araçlarına ait kullanım şemalarına ise bütün öğrencilerin kullanım şemalarının birlikte verildiği bölümde değinilmiştir.

#### ***Dörtgen çeşidini belirleme enstrümanlı eylem şeması***

- *Tüm verileri toplama:* Osman bir dörtgenin çeşidini belirlemek için öncelikle amaçlı ölçme yaparak veri toplamaktadır. Örneğin Osman 5, 6, 7 ve 8. etkinliklerin hepsinde çeşidini belirlemek istediği dörtgenin bütün kenar uzunluklarını ve ardından bütün açılarını ölçmektedir. 5. etkinlikte ekranda görülen dört tane dörtgenin her birinde önce sırasıyla kenar uzunluğu ölçmekte ve ardından tekrar aynı sırayla açı ölçmektedir. Yani aynı ölçme aracını dörtgenlerde sırasıyla uygulamaktadır. 6, 7 ve 8. etkinliklerde ise önce içeride oluşan dörtgenin ve hemen ardından dışarıdaki dörtgenin bütün kenarlarını ölçmekte ve aynı sırayla bütün açılarını ölçmektedir. Osman'ın bütün etkinlikler sırasında dörtgenlere ait bütün ölçümleri yapmak istemesi dinamik ortamın verdiği dönütlerden etkilendiğini göstermektedir.
- *Verileri gözlemleme:* Osman bir dörtgenin çeşidini belirlemek için yaptığı kenar ve açı ölçümlerine göre dörtgen hakkında ilk kararı verme eğilimi göstermektedir. Statik şekiller üzerinden sadece ölçüme dayalı topladığı verileri değerlendirerek karar vermek isteyen Osman dörtgenlere ait sıklıkla yanlış kararlar vermektedir. Örneğin 5.

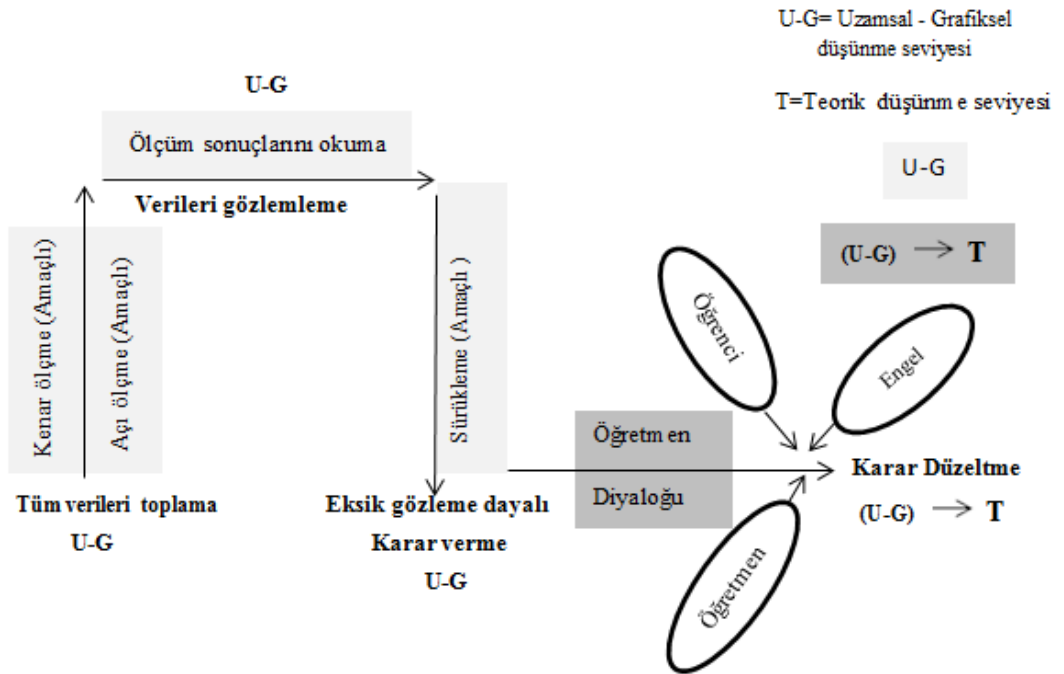
etkinlikte Osman'ın çizim olarak kare görünümde verilen dörtgenlerin çeşitlerini belirlerken dörtgenlere ait ölçme aracı vasıtasıyla topladığı sonuçlara göre iki tane kare olduğunu söyleyerek aslında eşkenar dörtgen olan dörtgen için kenar uzunluklarının eşit olması ve açı ölçüm sonuçlarının 90 dereceye oldukça yakın değerler (örn; 89,7) alması nedeniyle yanlış karar verdiği görülmektedir. Halbuki Osman'ın statik olarak kare olduğuna karar verdiği eşkenar dörtgeni sürükleyerek dinamik ortamda bazı özelliklerinin değişeceğini görmesi için sürükleme aracından yararlanması gerekmektedir. Aynı etkinlikte benzer şekilde sürükleme yapmadan sadece ölçüm sonuçlarına dayanarak aslında paralelkenar olan dörtgen için karşılıklı kenar uzunlukları eşit olduğundan dolayı dikdörtgen kararını vermesi, eşkenar dörtgen olan dörtgen için kenarlarının eşit uzunlukta olası nedeniyle kare kararını vermesi, aslında yamuk olan dörtgen için ölçüm sonuçlarında tesadüfen karşılıklı iki kenarının eşit olması nedeniyle dikdörtgen kararını vermesi Osman'ın statik şekiller üzerinde karar verirken kenar özelliğinden baskın bir şekilde etkilendiğini açıkça göstermektedir. Osman çalışması sırasında öğretmen ile yaşadığı bir diyalogdan sonra statik şekil üzerinden ölçüm sonuçlarına göre verdiği ilk kararların yanlış olduğunu ve dörtgenleri sürükleyerek ölçüm sonuçları hakkında gözlem yapması gerektiğini anlamıştır. Öğretmenle yaşadığı diyalogdan sonra her bir dörtgeni sırasıyla *amaçlı* olarak sürükleyerek kenar uzunlukları ve açılardaki değişimleri gözlemlemeye başlamıştır.

- *Eksik gözleme dayalı karar verme:* Dörtgenlere ait topladığı verileri sürükleme yaparak gözlemlemesi gerektiğinin farkına varan Osman hem kenar uzunluklarını hem de açıları eş zamanlı gözlemleyemediği için dörtgen çeşitleri hakkında sıklıkla yanlış kararlar vermektedir. Osman'ın dörtgenler için verdiği kararlara bakıldığında sürükleme yaparken açı değişimlerini dikkate almadığı ve sadece kenar uzunluklarına odaklanması nedeniyle yanlış kararlar verdiği görülmektedir. Örneğin 6. etkinlikte Osman dışarıdaki dörtgen paralelkenar olduğunda içerideki dörtgenin de aslında paralelkenar

olduğunu belirtmesi gerekirken sürüklemeler sırasında sadece kenar uzunluklarına odaklanması ve açılara dikkat etmemesi nedeniyle dikdörtgen olarak cevap vermektedir. Benzer şekilde dışarıdaki dörtgen yamuk olduğunda içerideki dörtgenin aslında paralelkenar olduğunu belirtmesi gerekirken kenar uzunluklarına odaklı karar verdiği için dikdörtgen olarak cevap vermektedir. Bu durum Osman'ın dörtgenin kenar uzunluklarını ve açılarını eşzamanlı olarak gözlemleyememesi ve dolayısıyla eksik gözlem yapması nedeniyle yanlış kararlar verdiği bir kanıttır.

- *Öğretmen diyalogu ile karar düzeltme:* Osman eksik gözleme dayalı olarak verdiği kararlardan sonra öğretmen ile bir diyalog yaşamış ve gözlem yaparken açı değişimini de dikkate alması gerektiğini fark etmiştir. 6. etkinlikte içerideki dörtgenin çeşidini belirlerken vermiş olduğu yanlış kararları tekrar sürüklemeler yaparak ve bu sefer açı özelliklerini de dikkate alarak doğruları ile düzelttiği görülmektedir.

Şekil 4.122. Osman'ın dörtgen çeşidini belirleme süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.122. Osman'ın Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci

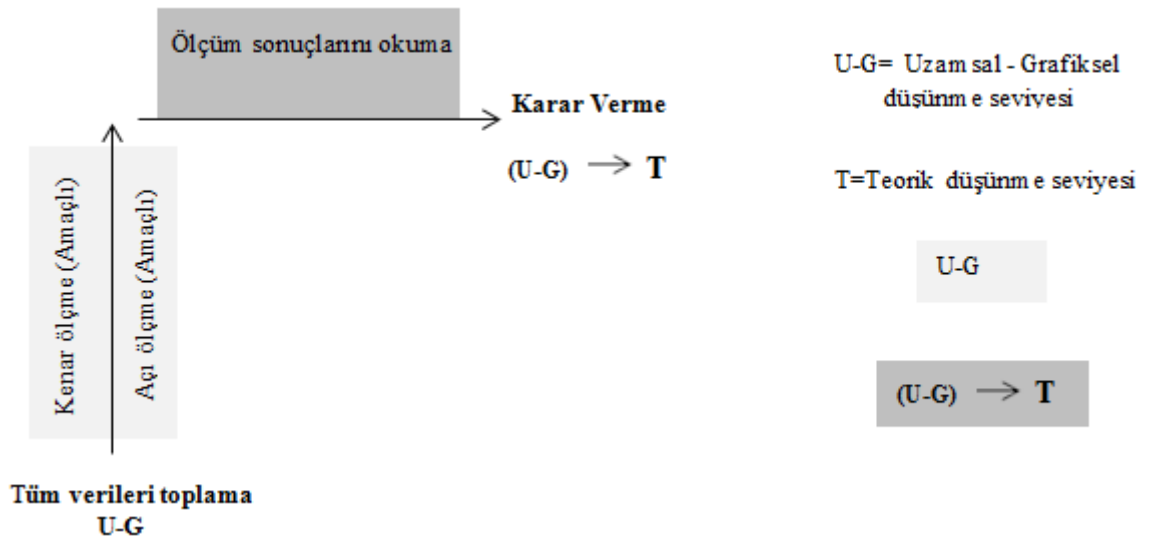
#### Çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme enstrümanlı eylem şeması

- *Tüm verileri toplama:* Osman ekranda çizim olarak kare görünümünde olan dörtgenlerin hepsinin kare olup olmadığı sorusuna

cevap verirken her bir dörtgende sırayla ayrı ayrı önce kenar uzunluklarını ve ardından açıları ölçmektedir. Dörtgenlerin kare olup olmadığını incelemek için dörtgenlere ait bütün verileri ölçme aracını kullanarak toplayan Osman veri toplama sürecini sürükleme aracı ile desteklememektedir.

- *Karar verme:* Osman dörtgenlere ait topladığı verileri sürükleme aracını kullanarak gözlemediği için statik şekillere ait elde ettiği niceliksel sonuçlara göre karar vermektedir. Bu kararını verirken de hem kenar uzunlukları hem de açı sonuçlarını göz önüne almadığı için verdiği kararlarda hatalar bulunmaktadır. Öyle ki 5. etkinlikte Osman sadece ölçüm sonuçlarından kenar uzunluklarına odaklanmakta ve dolayısıyla dörtgenlerin iki tanesinin kare olduğunu düşünmektedir. Ölçüm sonuçlarını değerlendirirken sadece kenar uzunluklarını dikkate alması aslında eşkenar dörtgen olan dörtgen için kenar uzunluklarının eşitliğinden dolayı kare cevabını vermesinde etkili bir rol oynamaktadır. Osman'ın verdiği kararlarda açı özelliklerine dikkat etmeyerek dörtgenlerin sıklıkla görsel algısından etkilenmesi Osman için kenar özelliklerinin daha baskın olduğunu göstermektedir.

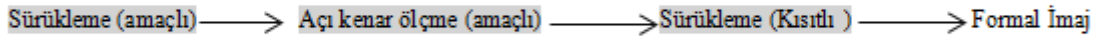
Şekil 4.123'de Osman'ın çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme süreci gösterilmektedir.



**Şekil 4.123.** Osman'ın Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci

### *Dörtgen oluşumları ile ilgili enstrümanlı eylem şeması*

- *Formal imaj/çizime dönüştürme:* Osman'ın özel dörtgen oluşturmak için örneğin 4. etkinlikte sadece sürükleme aracını kullandığı görülmektedir. Dörtgenleri sürükleyerek özel dörtgen oluşturmaya çalışan Osman bunu görsel algısından yararlanarak gerçekleştirmektedir. Bu durum Osman'ın dörtgenlere ait görsel algılamasının ve sezgisel düşünmesinin çok iyi olduğu anlamına gelmemektedir. Aksine Osman şekillerin çizim olarak görsellerinden etkilenmekte ve dörtgenlerin sahip olduğu özelliklerinden daha çok görselliği ön plana çıkmaktadır. Osman ilerleyen süreçte 6, 7 ve 8. etkinliklerde özel bir dörtgen oluşturmak istediğinde görsel algısının yeterli olmadığı durumlarda sadece sürükleme yapmamakta, sürüklemeyi ölçme aracı ile desteklemektedir. Özel dörtgeni oluşturmak için dörtgenin kenar uzunluklarını ve açılarını ölçen Osman sürüklemeye de ölçüm sonuçlarındaki değişimi gözlemlemektedir. Ancak yine sürüklemeye yapılan gözlemde yine kenar ve açı özelliklerini birlikte değerlendiremeyip sadece kendisi için baskın olan kenar uzunluğu ölçümlerine göre formal imaj oluşturmaktadır.



**Şekil 4.124.** *Osman'ın Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci*

#### **4.8.4. Simay'ın Enstrümantal Oluşumu**

Simay matematik akademik başarı düzeyi orta, teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilen, etkinlik uygulamalarına istekli olarak katılan, okul tipinde istenilen bir öğrencidir. Simay'ın her bir etkinlik uygulamasına ait çalışma süreleri tablo 4. 7'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.7.** *Simay'ın Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri*

Etkinlik	1	2	3	4	5	6	7	8
Süre	29' 31"	26' 56"	22' 13"	23' 28"	27' 02"	26' 11"	23' 39"	19' 34"

Tablodaki bilgilere göre Simay'ın etkinlikleri ortalama sürelerde tamamladığı ve

süreç içerisinde etkinlikler için harcadığı zamanın azaldığı görülmektedir.

Bu bölümde Simay'ın süreç etkinlikleri uygulamaları sonucunda sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine değinilmiştir. Simay'ın sürüklenme ve ölçme araçlarına ait enstrümanlı eylem şemaları dörtgen çeşidini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme ve dörtgen oluşumları gibi görev tipleri kapsamında açıklanacaktır. Simay'ın sürüklenme ve ölçme araçlarına ait kullanım şemalarına ise bütün öğrencilerin kullanım şemalarının birlikte verildiği bölümde değinilmiştir.

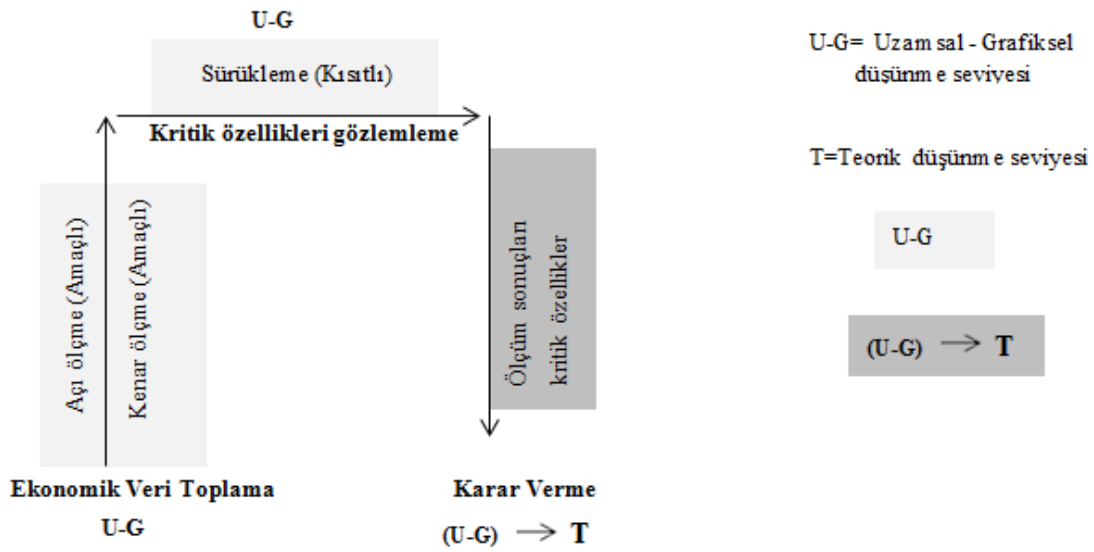
### ***Dörtgen çeşidini belirleme enstrümanlı eylem şeması***

- *Ekonomik veri toplama:* Simay bir dörtgenin çeşidini belirlemek için öncelikle o dörtgenin özelliklerine ait bilgi toplamaktadır. Bilgi toplamak için dörtgenin kenar uzunluklarını ve açılarını ölçmektedir. Simay bilgi toplarken bütün kenar uzunluklarını ve açılarını ölçmeyip örneğin 6, 7 ve 8. etkinliklerde olduğu gibi dışarıdaki ve içerideki her bir dörtgen için sırasıyla karar vermesinde etkili olacak biçimde önce yan yana olan iki kenar uzunluğunu ve ardından karşılıklı olan iki açısını ölçmektedir. Simay bir dörtgenin çeşidini belirlemek için *amaçlı* ölçme yaparak dörtgenin çeşidini belirleyebilecek kadar yeterli sayıda kenar ve açıyı ölçmeyi tercih etmektedir. Öyle ki karşılıklı iki açının ölçümü yamuğun belirlenmesinde yeterli olmadığı için 5, 6, 7 ve 8. etkinliklerde dörtgenin paralel kenarları arasında kalan açı özelliğini gözlemleyebilecek şekilde üçüncü bir açıyı ölçmek zorunda kalmaktadır. Bu durum Simay'ın dörtgenlerin kritik özelliklerine odaklanarak ekonomik veri topladığını göstermektedir.
- *Kritik özellikleri gözleme:* Ölçme aracı ile dörtgenlere ait ekonomik veri toplayan Simay sürüklenme aracını kullanarak dörtgenin sahip olduğu özellikleri gözlemlemektedir. Dörtgenlerin açı ve kenarlarına ait ölçüm sonuçlarını *kısıtlı* sürüklenme yaparak incelemektedir. Simay'ın veri toplarken bütün kenar uzunlukları ve açıları değil de ekonomik bir şekilde ikişer kenar uzunluğu ve açı ölçmeyi tercih etmesi onun, dörtgenin çeşidine karar vermek için bu özelliklerin yeterli olduğunu düşündüğünü göstermektedir. Öyle ki

Simay'ın 6, 7 ve 8. etkinliklerde hem dışarıdaki hem de içerideki dörtgen için rastgele kenar ve açıları değil de yan yana iki kenar uzunluğunu ve karşılıklı iki açısını ölçmeyi tercih etmesi dörtgenleri belirleyebilmek adına kritik özellikleri gözlemlemek istediğinin bir göstergesidir.

- *Karar verme:* Topladığı ekonomik verilere ait sürüklenme aracı ile yaptığı gözlemler sonucunda dörtgenin kritik özelliklerini keşfeden Simay dörtgen çeşidini belirlemektedir. Simay'ın dörtgen çeşidine ait karar vermesini sağlayan en önemli faktör ise dörtgene ait kritik özelliklerdir. Ölçmeyi sadece kritik özellikleri ortaya çıkaracak kenar ve açılarda yapmayı tercih etmesi Simay'ın dinamik ortamın sağladığı imkanlardan biri olan ölçme aracını süreç içerisinde bir matematik öğrenme enstrümanına dönüştürdüğünün açık bir göstergesidir.

Şekil 4.125'de Simay'ın dörtgen çeşidini belirleme süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.125. Simay'ın Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci

#### Çizim ve oluşum arasındaki farklı belirleme enstrümanlı eylem şeması

- *Sürüklemeye dayalı gözlemlerle ilk kararı verme:* Simay 5. etkinlikte çalışmasına öncelikle ekranda çizim olarak kare görünümünde verilen dörtgenleri tek tek sırasıyla sürükleyerek başlamaktadır. Simay dörtgenleri sürükleyerek aslında dörtgenin özelliklerine ait ilk verileri

de toplamaktadır. Sürüklemeyi *amaçlı* olarak her bir dörtgene ait kritik özellikleri keşfedecek şekilde yapan Simay dörtgenlerin hepsinin kare olup olmadığına ilişkin ilk kararlarını vermektedir. Örneğin 5. etkinlikte verilen ikinci ve dördüncü dörtgenlerde sürükleme ile birlikte kenar uzunluklarının eşitliğinin bozulduğunu gören Simay bu dörtgenlerin kare olamayacağını düşünerek sürüklemeyi sonlandırmaktadır. Birinci dörtgende sürüklemeyi hangi köşesinden yaparsa yapsın özelliklerin asla bozulmadığını gören Simay bu dörtgenin kare olabileceğini düşünerek sürüklemeyi sonlandırmaktadır. Üçüncü dörtgende ise sürükleme ile kenar özelliklerinin asla bozulmadığını, bazı köşelerinden sürüklediğinde açılı özelliklerinin de bozulmadığını ancak belirli bir köşesinden sürüklediğinde açılı özelliğinin bozulduğunu gören Simay bu dörtgenin kare olamayacağını düşünerek en sonunda sürüklemeyi sonlandırmaktadır.

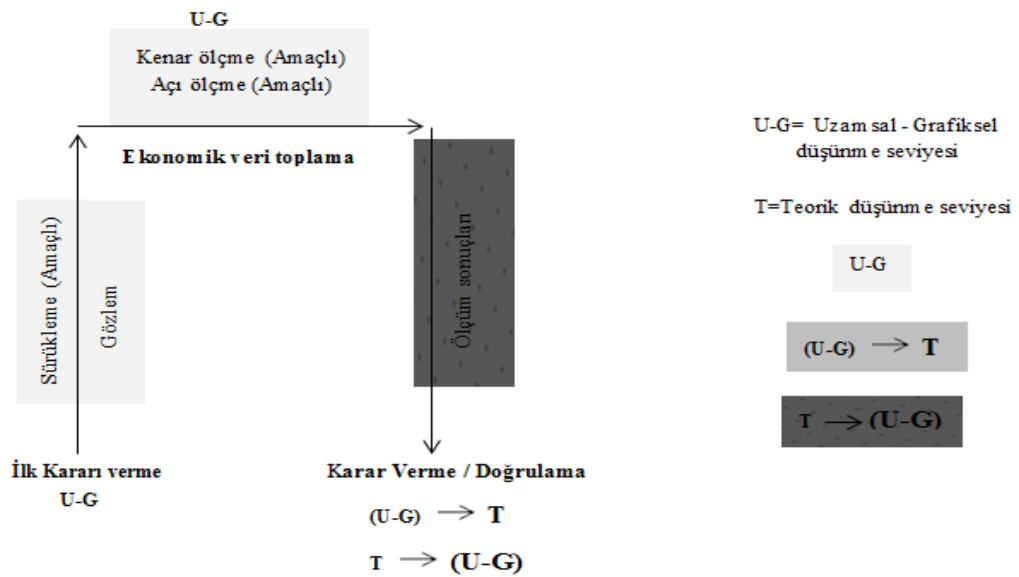
- *Ekonomik veri toplama:* Simay çizim olarak kare görünümünde verilen dörtgenlerin hangilerinin kare olduğunu belirlemek için sürüklemenin ardından kenar ölçümü yapmaktadır. Yapmış olduğu kenar ölçümü karar vermesinde yeterli olmadığında ise açılı ölçümü ile desteklemektedir. Her bir dörtgende ayrı ayrı kenar ve açılı özelliklerini sırasıyla inceleyen Simay dörtgenin kare olup olmadığını belirlemek için mutlaka yan yana olan iki kenar uzunluğunu ölçmektedir. Ölçülen kenar uzunlukları karenin kritik özelliklerini sağlamıyorsa ölçmeyi burada sonlandırarak dörtgen için kararını vermektedir. Eğer kenar uzunlukları karenin kritik özelliklerini yansıtacak sonuçta ise bu sefer o dörtgen için bir de açılı ölçümü yapmaktadır. İlk ölçtüğü açılı karenin kritik özelliğini sağlıyorsa ikinci bir açılı daha ölçerek bu özelliği kontrol etmektedir. Eğer ilk ölçtüğü açılı karenin kritik özelliğini yansıtmıyorsa o zaman ikinci bir açılı ölçmeye gerek duymayarak veri toplamayı sonlandırmaktadır. Örneğin 5. etkinlikte Simay birinci ve üçüncü dörtgenlerde öncelikli olarak yan yana olan iki kenar uzunluğunu ölçmüş ve ölçüm sonuçları eşit çıkınca bir açısını da ölçmüştür. Kenar uzunlukları karenin kritik



özelliklerini sağladığından bir de açı ölçerek açı özelliğini sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek istemektedir. İkinci ve dördüncü dörtgenlerde Simay yan yana iki kenar uzunluğunu ölçmüş ve ölçüm sonuçları farklı çıktığı için açı ölçme gereği duymamıştır. Kenar uzunlukları karenin kritik özelliklerini sağlamadığından açı özelliğini kontrol etmek istememektedir.

- *Karar verme/doğrulama:* Simay dörtgenlerde ekonomik olarak yaptığı kenar ve açı ölçümlerini rastgele kenar ve açılarda değil özellikle karenin kritik özelliklerini gözlemleyecek biçimde yapmaktadır. Dolayısıyla Simay'ın dörtgen hakkında verdiği kararları bu kritik özellikler belirlemektedir. Önce kenar özelliğine odaklanarak karar veren Simay kenarların yeterli olmadığı durumlarda (örneğin eşkenar dörtgen) açı özelliğine odaklanarak karenin özelliklerini taşıyan ya da taşımayan dörtgenlere karar vermektedir. Böylelikle aslında çalışmanın başında sürüklemeye dayalı gözlemle dörtgenlere ait ilk kararlarını veren Simay kenar uzunluğu ve açı ölçümleri ile birlikte vermiş olduğu ilk kararlarını destekleyerek bir bakıma doğrulama yapmaktadır.

Şekil 4.126'da Simay'ın çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.126. Simay'ın Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci

### ***Dörtgen oluşumları ile ilgili enstrümanlı eylem şeması***

- *Formal imaj/çizime dönüştürme*: Simay özel bir dörtgen oluşturmak istediğinde öncelikli olarak sürükleme aracını kullanmaktadır. Dörtgene *kısıtlı* sürükleme uygulayarak oluşturmak istediği özel dörtgenin formal imajını elde etmeye çalışmaktadır. Simay sürükleme aracının kullanımını dörtgene ait ekonomik veri toplamak için yaptığı kenar uzunluğu ve açı ölçümleri ile desteklemektedir. Örneğin 4. etkinlikte sürüklemeyi oluşturmak istediği özel dörtgenin kritik özelliklerini sağlayacak biçimde kenar uzunluğu ve açığa odaklanarak yapan Simay ekranda formal imaj görülür duruma geldiğinde sürüklemeyi sonlandırmaktadır.



**Şekil 4.127.** *Simay'ın Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci*

### **4.8.5. Hatice'nin Enstrümantal Oluşumu**

Hatice matematik akademik başarı düzeyi orta, teknolojiyi yeterli bir şekilde kullanabilen, etkinlik uygulamalarına istekli olarak katılan bir öğrencidir. Hatice'nin her bir etkinlik uygulamasına ait çalışma süreleri tablo 4.8'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.8.** *Hatice'nin Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri*

Etkinlik	1	2	3	4	5	6	7	8
Süre	32' 17"	30' 42"	26' 33"	27' 54"	31' 12"	29' 51"	26' 08"	21' 26"

Tablodaki bilgilere göre Hatice'nin etkinlikleri ortalama sürelerde tamamladığı ve süreç içerisinde etkinlikler için harcadığı zamanın azaldığı görülmektedir.

Bu bölümde Hatice'nin süreç etkinlikleri uygulamaları sonucunda sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine değinilmiştir. Hatice'nin sürükleme ve ölçme araçlarına ait enstrümanlı eylem şemaları dörtgen çeşidini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme ve dörtgen oluşumları gibi görev tipleri kapsamında açıklanacaktır. Hatice'nin sürükleme ve ölçme araçlarına ait kullanım şemalarına ise bütün öğrencilerin kullanım şemalarının birlikte verildiği bölümde değinilmiştir.

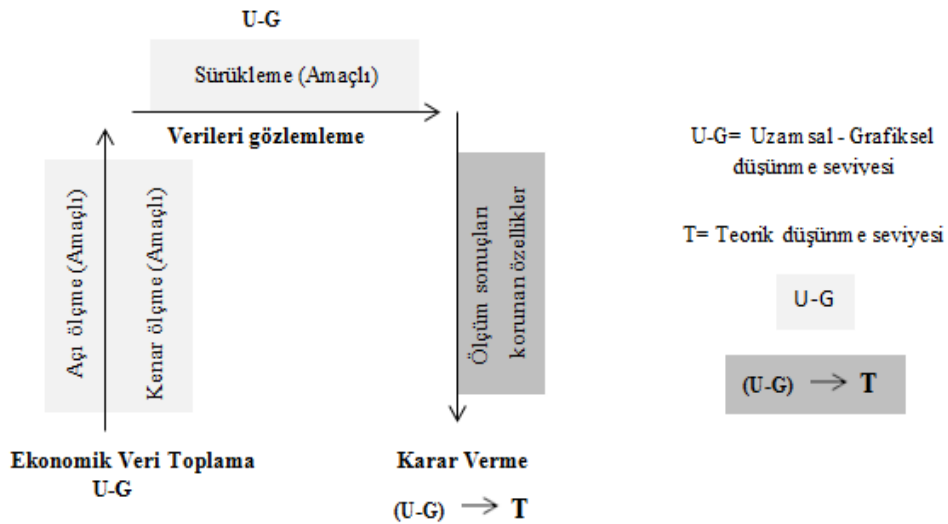
### ***Dörtgen çeşidini belirleme enstrümanlı eylem şeması***

- *Ekonomik veri toplama*: Hatice dörtgen çeşidine karar vermek için

öncelikle açı ölçmeyi ardından ise kenar uzunluğu ölçmeyi tercih etmektedir. Hatice dörtgenlere ait bu ölçümleri yaparken bütün kenar uzunlukları ve açıları ölçmemekte aksine dörtgen çeşidine karar vermeyi sağlayacak yeterli sayıda ölçüm yapmaktadır.

- *Verileri gözlemeleme*: Dörtgenlere ait bazı kenar uzunluklarını ve açıları ölçerek ekonomik veri toplayan Hatice her bir dörtgen için *amaçlı* sürüklenme yaparak kenar uzunlukları ve açılardaki değişimi gözlemlemektedir. Sürüklenme ile birlikte hem kenar uzunluklarını hem de açıları eş zamanlı olarak gözlemleyebilmektedir.
- *Karar verme*: Dörtgen çeşidini belirlemek adına yapılan kenar uzunluğu ve açı ölçümlerindeki değişimi sürüklenme yaparak gözlemleyen Hatice dörtgenlerde sürüklenme sonucunda değişmeyen özelliklere göre kararlarını vermektedir. Hatice'nin bir dörtgene ait korunan özellikleri keşfetmesi o dörtgen için vereceği karar üzerinde etkili rol oynamaktadır.

Şekil 4.128'de Hatice'nin dörtgen çeşidini belirleme süreci gösterilmektedir.

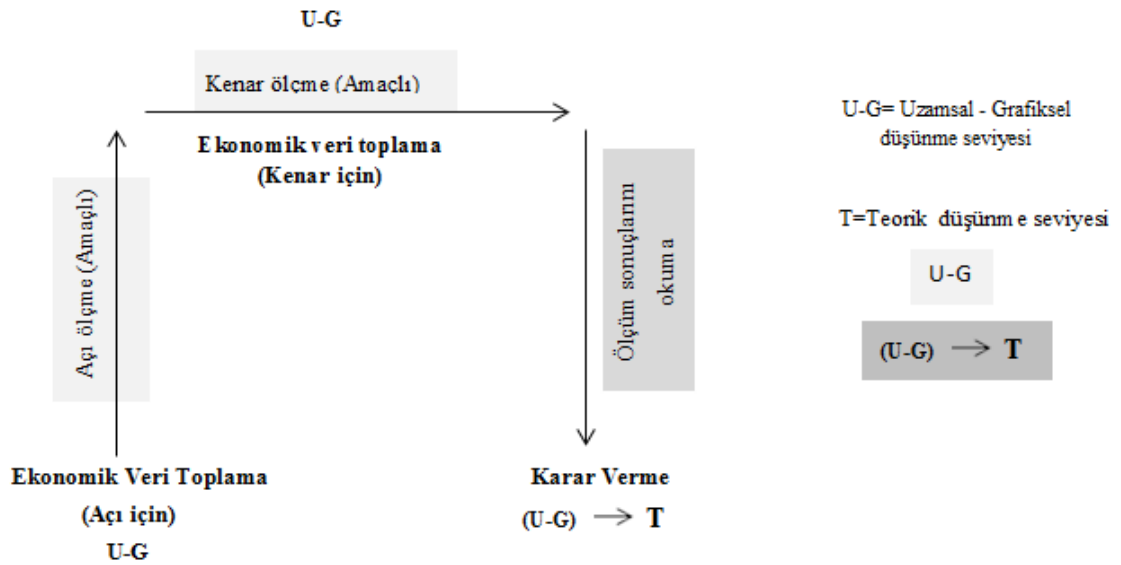


**Şekil 4.128.** Hatice'nin Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci

### Çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme enstrümanlı eylem şeması

- *Tüm dörtgenlerin açılara ait ekonomik veri toplama:* Hatice 5. etkinlikte çizim olarak kare görünümlü olan dörtgenlerin hepsinin kare olup olmadığını incelemek adına öncelikle her bir dörtgende sırasıyla açı ölçümü yapmaktadır. Dörtgenlerin ikişer açısını ölçerek ekonomik veri toplamaktadır.
- *Tüm dörtgenlerin kenarlarına ait ekonomik veri toplama:* Hatice her bir dörtgende yeterli sayıda açı ölçtükten sonra bu sefer kenar uzunluğu ölçmektedir. Yine dörtgenlerin ikişer kenar uzunluğunu ölçerek ekonomik veri toplamaktadır.
- *Karar verme:* Kare görünümde olan bütün dörtgenlerde açı ve kenar uzunluklarına ait veri toplayan Hatice toplanan verilere dayalı olarak dörtgenlerin kare olup olmadığına karar vermektedir. Bu kararı verirken herhangi bir sürüklenme yapmayan Hatice dörtgenlere ait elde ettiği ölçüm sonuçlarını bir kare oluşturup oluşturmayacağı açısından ele alarak değerlendirmektedir.

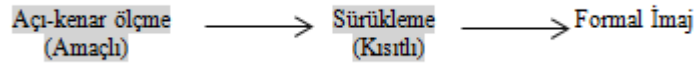
Şekil 4.129’da Hatice’nin çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme süreci gösterilmektedir.



Şekil 4.129. Hatice'nin Çizim ve Oluşum Arasındaki Farkı Belirleme Süreci

### ***Dörtgen oluşumları ile ilgili enstrümanlı eylem şeması***

- *Formal imaj/çizime dönüştürme*: Hatice özel bir dörtgen oluşturmak istediğinde önce o dörtgende açı ve kenar uzunluğu ölçmektedir. Ölçmüş olduğu açı ve kenar uzunluklarını birlikte dikkate alarak sürükleme yapan Hatice ölçüm sonuçlarında meydana gelen değişimleri gözlemleyerek oluşturmak istediği özel dörtgenin açı ve kenarlarına ait özellikleri yansıtmasını sağlayarak formal görüntüyü oluşturmaktadır.



**Şekil 4.130.** *Hatice'nin Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci*

### **4.8.6. Aleyna'nın Enstrümantal Oluşumu**

Aleyna matematik akademik başarı düzeyi düşük, teknolojiyi yeterli bir şekilde kullanabilen, etkinlik uygulamalarına istekli olarak katılan bir öğrencidir. Aleyna'nın her bir etkinlik uygulamasına ait çalışma süreleri tablo 4. 9'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.9.** *Aleyna'nın Etkinliklere Ait Çalışma Süreleri*

Etkinlik	1	2	3	4	5	6	7	8
Süre	36' 24"	33' 19"	32' 06"	30' 14"	32' 29"	29' 43"	27' 16"	25' 45"

Tablodaki bilgilere göre Aleyna'nın etkinlikleri ortalama sürelerde tamamladığı ve süreç içerisinde etkinlikler için harcadığı zamanın azaldığı görülmektedir.

Bu bölümde Aleyna'nın süreç etkinlikleri uygulamaları sonucunda sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine değinilmiştir. Aleyna'nın sürükleme ve ölçme araçlarına ait enstrümanlı eylem şemaları dörtgen çeşidini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme ve dörtgen oluşumları gibi görev tipleri kapsamında açıklanacaktır. Aleyna'nın sürükleme ve ölçme araçlarına ait kullanım şemalarına ise bütün öğrencilerin kullanım şemalarının birlikte verildiği bölümde değinilmiştir.

### ***Dörtgen çeşidini belirleme enstrümanlı eylem şeması***

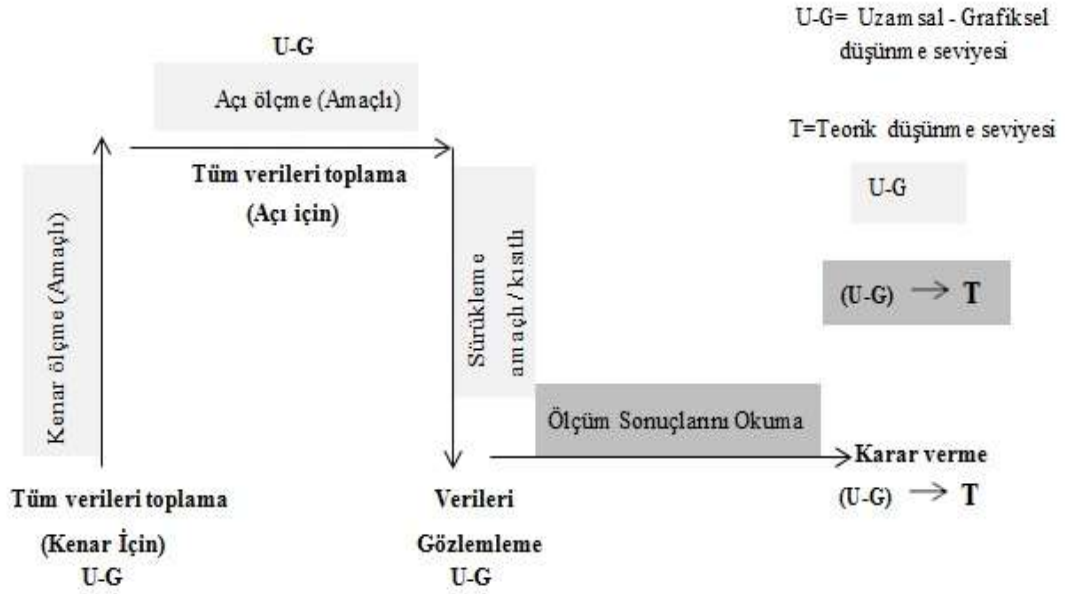
- *Bütün dörtgenlerin kenarlarına ait tüm verileri toplama*: Aleyna herhangi bir dörtgenin çeşidini belirleyebilmek için öncelikli olarak dörtgenin kenar uzunluklarını ölçmektedir. Örneğin 5. etkinlikte kare

görümünde olan dörtgenlerin kare olup olmadığını belirleyebilmek için her bir dörtgende sırasıyla kenar uzunluğu ölçmektedir. Dörtgenlere ait tüm kenar uzunluklarını ölçmeyi tercih eden Aleyna karar vermesini kolaylaştıracak yardımcı olacak bütün verileri toplama eğilimindedir. Benzer şekilde 6, 7 ve 8. etkinliklerde de öncelikli olarak içerideki hemen ardından da dışarıdaki dörtgenin bütün kenar uzunluklarını ölçmektedir.

- *Bütün dörtgenlerin açılara ait tüm verileri toplama:* Aleyna her bir dörtgende bütün kenar uzunluklarını ölçtüktan hemen sonra bu sefer bütün açıları ölçmektedir. Örneğin 5. etkinlikte kare görünümünde olan bütün dörtgenlerde kenar uzunluklarını ölçmeyi tamamladıktan sonra aynı sırayla açılarını ölçmektedir. Benzer şekilde 6, 7 ve 8. etkinliklerde de dörtgenlere ait kenar uzunluklarının ölçümünü tamamladıktan sonra sırasıyla içerideki ve ardından dışarıdaki dörtgenlerin bütün açılarını ölçmektedir.
- *Verileri gözleme:* Aleyna dörtgen çeşitlerini belirlemek için bütün verileri topladıktan sonra sürükleme aracı ile de bu verilere ait ölçüm sonuçlarını incelemektedir. Örneğin 5. etkinlikte her bir dörtgende önce kenar uzunluklarını sonra da açılarını ölçerek tüm verileri toplayan Aleyna bu dörtgenleri sürükleyerek verilere ait ölçüm sonuçlarının değişip değişmediğini gözlemlemekte ve eğer değişiklik varsa bunun dörtgenin çeşidini için ne anlam taşıdığını düşünmektedir. Benzer şekilde 6, 7 ve 8. etkinliklerde de hem içerideki hem de dışarıdaki dörtgende kenar uzunluklarına ve açılarına ait verileri topladıktan sonra sürüklemelere başlamakta ve açılarla kenar uzunluklarının bir aradaki değişimini gözlemlemektedir.
- *Karar verme:* Aleyna bazen *amaçlı* bazen de *kısıtlı* sürüklemeler yaparak dörtgenlere ait özelliklerin neler olduğunu gözlemledikten sonra dörtgen hakkında karar vermektedir. Örneğin 6, 7 ve 8. Etkinliklerde dışarıdaki dörtgeni açı ve kenarlarında birlikte dikkat ederek sürüklediğinde içeride oluşan dörtgenin açı ve kenar özelliklerine göre, 5. etkinlikte de her bir dörtgen için sürüklemeler

sonucunda hep sabit kalan açı ve kenar özelliklerine göre nihai kararlarını vermektedir.

Şekil 4.131’de Aleyna’nın dörtgen çeşidini belirleme süreci gösterilmektedir.



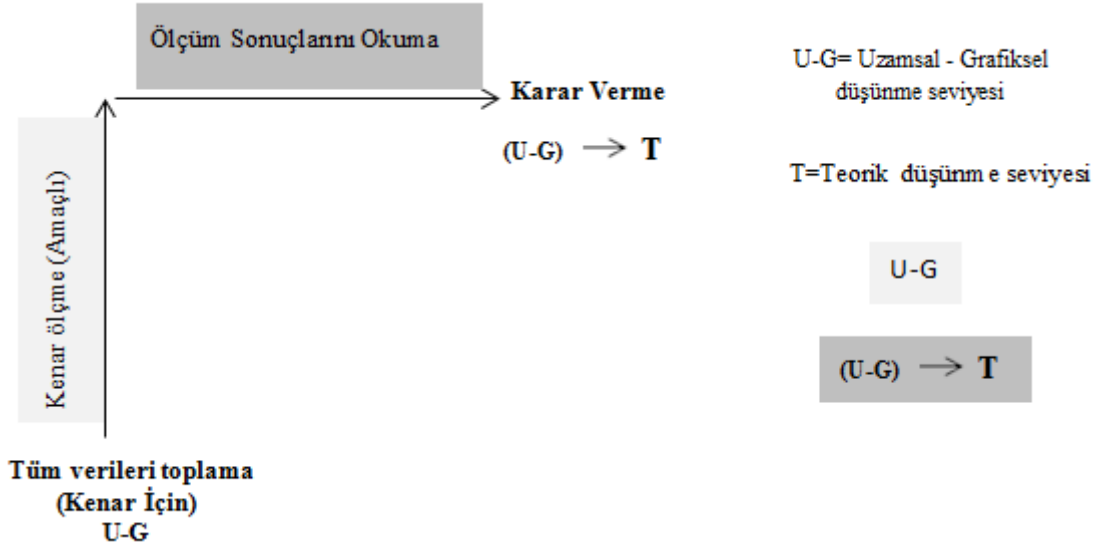
Şekil 4.131. Aleyna'nın Dörtgen Çeşidini Belirleme Süreci

#### Çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme enstrümanlı eylem şeması

- *Bütün dörtgenlerin kenarlarına ait tüm verileri toplama:* Aleyna 5. etkinlikte çizim olarak kare görünümünde verilerin dört tane dörtgenin hepsinin kare olup olmadığını belirlemek için öncelikli olarak her bir dörtgende sırasıyla bütün kenar uzunluklarını ölçmektedir. Aleyna'nın yapmış olduğu ölçüm sonuçlarına göre birinci ve üçüncü dörtgenlerde bütün kenar uzunlukları eşit iken ikinci dörtgende karşılıklı kenar uzunlukları eşittir. Dördüncü dörtgende ise bütün kenar uzunluklarında farklılık bulunmaktadır.
- *Karar verme:* Aleyna dörtgenlerin kenar uzunluklarına ait veri topladıktan sonra herhangi bir sürükleme yapmadan statik şekiller üzerinde gördüğü bilgilere göre kararını vermektedir. 5. etkinlikte sadece kenar uzunluklarının ölçüm sonuçlarına göre ikinci ve dördüncü dörtgenlerde kenar uzunluklarının hepsi eşit olmadığından ekranda görülen dörtgenlerin hepsinin kare olmadığını

belirtmektedir. Böylelikle Aleyna'nın bu kararı vermesinde dörtgenlere ait kenar uzunluklarının önemli etkisinin olduğu görülmektedir.

Şekil 4.132'de Aleyna'nın çizim ve oluşum arasındaki farklı belirleme süreci gösterilmektedir.

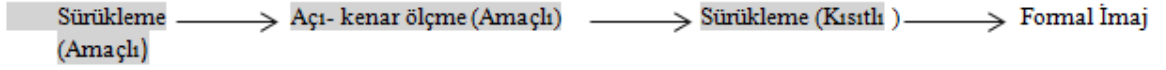


Şekil 4.132. Aleyna'nın Çizim ve Oluşum Arasındaki Farklı Belirleme Süreci

#### Dörtgen oluşumları ile ilgili enstrümanlı eylem şeması

- *Formal imaj/çizime dönüştürme:* Aleyna özel bir dörtgen oluşturmak istediğinde sürükleme aracını etkili bir şekilde kullanmaktadır. Örneğin 4. etkinlikte özel dörtgen oluşturmak istediğinde öncelikle dörtgeni sürükleyerek o dörtgenin formal görüntüsünü taslak olarak oluşturmaktadır. Ardından dörtgenin kenar uzunluklarını ölçerek artık sürüklemeyi kenar uzunluklarına dikkat ederek yapmaktadır. Oluşturmak istediği dörtgenin kenar uzunlukları özelliğini yakaladığında ise sürüklemeyi sonlandırmaktadır. 6, 7 ve 8. etkinliklerde ise özel dörtgen oluşturmak istediğinde dörtgene ait kenar uzunluklarını ve açılarını ölçtükten sonra sürükleme aracını kullanmaktadır. Ölçülen kenar uzunluğu ve açı bilgilerini *kısıtlı* sürükleme ile oluşturmak istediği dörtgenin sahip olduğu özellikleri yansıtacak şekilde getirerek formal imaj oluşturmaktadır.





**Şekil 4.133.** *Aleyna'nın Dörtgen Oluşumları İle İlgili Süreci*

Tablo 4.10'da bütün öğrencilere ait enstrümanlı eylem şemaları bir arada sunulmuştur. Öğrenciler tarafından dörtgen çeşitlerini belirleme, çizim ve oluşum arasındaki farklı belirleme ve dörtgen oluşumları ile ilgili görev tiplerinde oluşturulan enstrümanlı eylem şemalarının farklılaştığı tablodan görülebilmektedir.



**Tablo 4.10. Bütün Öğrencilere Ait Enstrümanlı Eylem Şemaları**

	İREM	AHMET	SİMAY	GAMZE	MEHMET	HATİCE	ALEYNA	OSMAN	MERVE
<b>Dörtgen çeşidini belirleme</b>	<b>a.kare ve dikdörtgeni belirleme</b>	*veri toplama(bir özelliğe göre)	*ekonomik veri toplama	*ekonomik veri toplama	*bütün verileri toplama	*ekonomik veri toplama	*tüm dörtgenlerin kenarlarına ait bütün verileri toplama	*bütün verileri toplama	*bütün verileri toplama
	*veri toplama(sürüklenme ile desteklenen kenar ölçme ile)	*verileri gözlemeleme	*kritik özellikleri gözlemeleme	*Bağımlı ve bağımsız değişkenleri gözlemeleme	*verileri gözlemeleme	*verileri gözlemeleme	*tüm dörtgenlerin açılara ait bütün verileri toplama	*verileri gözlemeleme	*verileri gözlemeleme
	*karar verme	*karar verme	*karar verme	*karar verme	*karar verme	*karar verme		*eksik gözleme dayalı karar verme	*öğretmen diyalogu ile karar verme
	*doğrulama(sürüklenme testi ile)	*doğrulama(ölçme ile)		*doğrulama/ispat			*verileri gözlemeleme	*öğretmen diyalogu ile karar düzeltme	
	<b>b.eşkenar dörtgeni belirleme</b>						*karar verme		
	*köşegeni kullanarak karar verme								
	<b>c.paralelkenarı belirleme</b>								
	*tüm verileri toplama								
	*karar verme								
	<b>d.yamuğu belirleme</b>								
*bağımlı ve bağımsız değişkenleri gözlemeleme									
*karar verme									
*alan bağıntısı ile doğrulama									

**Tablo 4.10. (Devam) Bütün Öğrencilere Ait Enstrümanlı Eylem Şemaları**

Çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleme	*ekonomik veri toplama	*korunan özellikleri gözleme	*sürüklemeye dayalı gözleme ilk kararı verme	*tüm dörtgenlerin kenarlarına ait ekonomik veri toplama	*tüm verileri toplama	*tüm dörtgenlerin açılarına ait ekonomik veri toplama	*veri toplama	*bütün verileri toplama	*tüm dörtgenlerin kenarlarına ait tüm verileri toplama
	*aksine örnek verme	*karar verme	*Ekonomik veri toplama	*tüm dörtgenlerin açılarına ait ekonomik veri toplama	*karar verme	*tüm dörtgenlerin kenarlarına ait ekonomik veri toplama	*verilere dayalı ilk kararı verme	*karar verme	*karar verme
Dörtgen oluşumları ile ilgili	*formal imaj/çizime dönüştürme	*formal imaj/çizime dönüştürme	*formal imaj/çizime dönüştürme	*karar verme	*Formal imaj/çizime dönüştürme	*formal imaj/çizime dönüştürme	*formal imaj/çizime dönüştürme	*formal imaj/çizime dönüştürme	*formal imaj/çizime dönüştürme
	<b>3a.kare oluşturma eylem şeması(düzgün dörtgen aracı vasıtasıyla)</b>	<b>3a.kare ve dikdörtgen oluşturma eylem şeması(özel araç vasıtasıyla)</b>							
	<b>3b.eşkenar dörtgen oluşturma eylem şeması</b>								
	*dörtgen aracı ile herhangi dörtgen çizme								
	*formal imaj/çizime dönüştürme								
	*köşegeni kullanarak eşkenar dörtgeni oluşturma								
	*doğrulama								

## 5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin tablet aracılığıyla dinamik geometri ortamında kullandıkları sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerinin incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada enstrümantal oluşum sürecinde ortaokul matematik 7.sınıf öğrencileri tarafından hangi sürüklenme ve ölçme enstrümanlarının oluşturulduğuna odaklanılmıştır. Enstrümantal oluşum sürecinin gözlemlenebilmesi ve öğrenciler tarafından enstrümanlı eylem şemalarının oluşturularak farklı enstrümanların meydana gelebilmesi için yaklaşık üç aylık bir uygulama sürecini içeren uzun soluklu bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Toplam dokuz öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilen bu çalışmada her bir öğrenci bir tabletle bireysel olarak çalışmış ve TI\_Nspire CAS tablet uygulamasının içerisinde yer alan Cabri Geometri yazılımında kullanılmak üzere tasarlanan etkinlik görevlerini iki haftalık tanıtım süreci ve sekiz etkinlikten oluşan etkinlik uygulama süreci boyunca yerine getirmiştir. Bütün bir süreçte toplanan verilerin nitel yöntemler kullanılarak yapılan analizlerinden sonra sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçlerine yönelik olan bulgular elde edilmiştir.

Bu bölümde araştırmanın bulgularından ortaya çıkan sonuçlara, sonuçların ilgili araştırmalar ile tartışılmasına, uygulamaya ve yapılabilecek araştırmalara yönelik oluşturulan önerilere değinilmiştir.

### 5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin dinamik geometri ortamında kullandıkları sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşumları yaklaşık üç aylık bir uygulama süreci içerisinde incelenmiş ve ulaşılan sonuçlar uygulanan etkinlikler, ortaya konan enstrümanlı eylem şemaları, sürüklemenin enstrümantal gelişimi, ölçmenin enstrümantal gelişimi ve sürüklenme-ölçme diyalektiği olmak üzere beş başlık altında farklı boyutlardan ele alınarak tartışılmıştır.

#### 5.1.1. Uygulanan etkinlikler

Bu bölümde bulgular kısmında etkinliklerinin detaylı analizleri verilen üç

öğrencinin (İrem, Gamze ve Merve) etkinlik bazında ortaya çıkan genel sonuçları verilmiştir.

Uygulama süreci ilerledikçe etkinlikteki yönergelerin azalmasına rağmen sürüklenme ve ölçme araçlarının kullanımında yaşanan artış öğrencilerin (İrem ve Gamze) var olan kavramsal bilgilerinin önemini ortaya çıkarmıştır. Kavramsal bilgilerine dayanarak genellemeler yapmaya başlayan öğrenciler sürüklenme ve ölçme araçlarını matematiksel bir probleme çözüm üretmek için kullanmışlardır.

Hershkowitz (1990) geometrik kavramlara ait prototiplerin kavram oluşumunda önemli bir rol üstlendiğini çünkü tipik görsel çizimlerin, kavramsallaştırma noktasında bireylerin kavram yanılgısı yaşamalarına neden olabileceklerini ortaya koymuştur. Şekillere görsel olarak bakıldığında hepsinin prototip örnek olarak kare olduğunun düşünülmesi gerektiği etkinlikte öğrencilerin (İrem ve Gamze) bu şekillere sadece görSELLİKLERİNE bakarak cevap vermedikleri yani prototip çizimlerden etkilenmedikleri görülmüştür. Ayrıca bu tarz bir etkinliğin dinamik ortamda sunulması ve öğrencilerin etkinlik üzerinde dinamik ortamda çalışmaları da karar vermelerinde etkili olmaktadır. Öyle ki bireyin (İrem) yazılı cevabına bakıldığında tüm kenar uzunluklarının daima eşit kaldığının belirtilmesi bu dörtgenin geometrik oluşum şeklinde çizilmesi ile de ilişkilendirilebilir. Çünkü dinamik geometri ortamlarında geometrik oluşum ile çizilen şekiller belirli özelliklere bağlı olarak oluşturulan geometrik yapılar olduğu için sahip olduğu özellikleri sürüklenme sonucunda da koruması öğrencinin yapmış olduğu gözlemi ve dolayısıyla verdiği cevabı etkilemiştir.

Bireyin (İrem), karenin kavram tanımında yer alan kritik özelliklerden kenar özelliğini önce ölçme aracını kullanarak doğrulaması, sonra da sürüklenme aracını kullanarak test etmesi ancak açılı özelliği için bu aşamaları uygulama ihtiyacını hissetmemesi şeklin geometrik oluşum olması nedeniyle karşılıklı kenarlar arasındaki paralelliğin bozulmaması ve buna bağlı olarak da açıda bir değişikliğin meydana gelmemesinden kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan ise doğrulama yapılırken kenar uzunluğunun ölçülüp açının ölçmemesi bireyin zihninde kareye ait sahip olduğu kavram imgesinin (zihinsel resim, özellik ve işlemler) bir sonucudur.

Dinamik geometri ortamlarında sürüklenme ve ölçme ile birlikte geometrik yapılara ait özellikler gözlemlenerek keşfedilebilirken bireylerin geometrik yapılara ilişkin sahip oldukları kavramsal eksiklikler bu sürecin yaşanmasını engellemektedir. Öyle ki dörtgenlere ait kavramsal eksiklikleri bulunan (örneğin yamuk) bireylerin

(Merve) ölçme yaparak ve sürükleme aracını kullanarak uzun bir gözlem süreci yaşamalarına rağmen dörtgene ait korunan özellikleri keşfedemedikleri için dörtgen çeşidine karar veremedikleri görülmüştür.

### 5.1.2. Enstrümanlı eylem şemaları

Uzun soluklu olarak yapılan bu çalışmada her bir öğrencinin farklı enstrümantal oluşum süreçleri izledikleri/ yaşadıkları saptanmıştır. Çalışmaya katılan toplam dokuz öğrencinin tabletler içerisine yüklenmiş dinamik yazılımı kullanarak yaptıkları etkinlik uygulamalarında ortaya koydukları şemaların birbirinden farklılaştığı gözlenmiştir. Bununla birlikte ortaya konulan enstrümanlı eylem şemaları incelendiğinde bazı öğrenciler arasında ortak noktaların da olduğu, öğrencilerin davranışları için bazı tipolojilerin ortaya çıktığı saptanmıştır.

Ortaya çıkarılan enstrümanlı eylem şemalarına göre dört davranış profili tanımlanmıştır:

- *P1 (araştırmacı)*: Bu profile sahip olan öğrencileri diğer profillerden ayıran en belirleyici özellik öğrencilerin etkinlik uygulamalarında teorik olarak çalışmayı tercih etmeleri ve sistematik kaynak olarak matematiksel referanslardan sıklıkla yararlanmalarıdır. Etkinliğin matematiksel içeriğine teorik olarak yaklaşan bu öğrenciler örneğin, etkinlik tarafından hazır olarak verilen geometrik yapılar üzerinde çalışmayı tercih etmeyip o yapılara ait kendi kavramsal bilgilerini referans alarak ve yazılımın ilgili araçlarını kullanarak dinamik ortamda oluşum şeklinde oluşturdukları geometrik yapılarla çalışmaktadırlar. Euclid (Öklid) geometrisine göre oluşum, geometrik özellikler referans alınarak oluşturulan geometrik yapı olarak tanımlanmaktadır. Bu profilde öğrencilerin yaş seviyesi dikkate alındığında öğrencilerin, oluşturmak istedikleri şeklin özelliklerini kullanarak ve teorik olarak doğruluğunu göz önünde bulundurarak oluşum yapmaları yeterli bulunmaktadır. Ayrıca bu profildeki öğrencilerin yine yaş seviyeleri dikkate alındığında oluşumlarını teorikten daha ziyade ölçüme dayalı olarak yapmaları yeterli görülmektedir.

Bu profildeki öğrenciler oluşum yapmalarının yanı sıra üzerinde çalıştıkları geometrik yapıları sıklıkla doğrulama ve bazen de ispat etme eğilimindedirler. Dinamik yazılımın onlara sağlamış olduğu dönütlerle yetinmeyip, o geometrik yapıların

özelliklerini doğrulayarak göstermek bu profildeki öğrencilerin baskın çalışma tekniklerinden biridir. Bir diğer önemli özellik ise bu öğrencilerin uzamsal görselleştirmelerinin ve dolayısıyla uzamsal düşünme becerilerinin iyi olmasıdır. Bir ya da birden çok parçadan oluşan iki boyutlu geometrik yapıların dinamik ortamda hareket ettirilmesi sonucu oluşacak yeni durumlarını zihinlerinde canlandırabilen öğrenciler sıklıkla sürüklemeye dayalı görsel algılamaları yoluyla geometrik yapılara ilişkin çıkarsama yapmaktadırlar.

- *P2 (rasyonel)*: Bu profile sahip olan öğrenciler etkinlik uygulamaları sırasında sorulara cevap vermek adına geometrik yapılara ilişkin ekonomik veri toplamaya isteklidirler. Ekonomik veri toplayan öğrenciler geometrik yapının sahip olduğu özelliklerin keşfedilmesini sağlayacak yeterlikte ve gereksiz verilerden kaçınacak bir şekilde bilgi toplamaktadır. Geometrik yapıların kritik özelliklerine odaklanmaları ve sürüklemeyle geometrik yapıya ilişkin bağımlı/bağımsız değişkenleri gözlemlemek istemeleri bu profildeki öğrencilerin diğer bir özelliğidir.

Bu profildeki öğrencilerin bahsedilen çalışma tekniklerine bakıldığında ekonomik veri toplama eğilimde olmaları dörtgenlere ilişkin ekonomik tanımlamalar yaptıklarına bir işarettir. Bu öğrencilerin dörtgen tanımlarının kısa olduğu ve tanımların, diğer bileşenlerin matematiksel sonuçlarından varılan parçalarını içermediği düşünülmektedir. Bir kavram formal olarak tanımlanırken, o kavramın anlaşılması için en az bilginin verilmesi yeterli görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin ekonomik veri toplamak istemelerinin nedeni o dörtgene ait ekonomik tanıma sahip olmaları olabilir. Ayrıca öğrenciler ekonomik tanımlamayla birlikte hiyerarşik tanım da yapmış olmaktadır.

- *P3 (sistemik)*: Bu profildeki öğrenciler etkinlik uygulamaları sırasında geometrik yapıların özelliklerini keşfetmek adına ölçme aracı vasıtasıyla veri toplamayı öncelikli olarak tercih etmektedirler. Topladıkları verileri anlamlandırmak için de sürükleme aracı vasıtasıyla gözlem yapmaktadırlar. Gözlem yaparak verileri bir arada dikkate alarak yorumlayan bu öğrenciler nihayetinde geometrik yapıya ilişkin bir görüş oluşturabilmektedir.
- *P4 (destekli)*: Bu profildeki öğrenciler etkinlik uygulamaları sırasında geometrik yapıya ait bütün verileri toplamayı istemektedirler. Verileri toplarken de ölçme aracından yararlanmaktadırlar. Öğrencilerin dörtgenlerin kenarlarına ve açlarına ait bütün verileri toplamak istemelerinin nedeni dörtgenlere ait ekonomik

olmayan tanımlamalar yapmalarından kaynaklanabilir. Ekonomik olmayan tanımlamalarda dörtgenlere ait kenar ve açı gibi bütün özellikler sıralanmaktadır. Ayrıca ekonomik olmayan tanımlamalarla birlikte dörtgenlere ait parçalı tanım yaptıkları da söylenebilir.

Bu profildeki öğrenciler her ne kadar bütün verileri toplamak isteseler de toplanan tüm verileri aynı anda gözlemleyemediklerinden bu bilgileri birleştirememektedirler. Dörtgenlere ilişkin topladıkları verileri gözlem yaparak yorumlayamadıklarından dolayı da enstrümantasyon sürecinde zorluk yaşamaktadırlar. Öğrenciler zorlukla karşılaştıklarında ya da yaptıklarından ve kararlarından emin olmadıklarında öğretmenden sıklıkla kendilerine yardım etmesi için destek istemektedirler. Öğretmenle gerçekleşen diyaloglar sırasında dikkate alınmayan ya da gözlemlenemeyen veriler olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu verileri de dikkate almak için tekrar etkinliğe dönen öğrenciler hatalı kararlarını düzeltmek için yeniden gözlem yapmaya başlamaktadır. Fakat dinamik ortamda sürüklenme yapmada başarısız olan bu öğrencilerin gözlem yapma süreçleri de olumsuz etkilenmektedir.

Tablo 5.1’de enstrümanlı eylem şemalarından oluşturulan davranış profillerine göre öğrencilerin dağılımı görülmektedir.

**Tablo 5.1. Profillere Göre Öğrenci Dağılımı**

Profiller	İrem	Ahmet	Gamze	Simay	Hatice	Mehmet	Aleyna	Merve	Osman
P1	✓	✓							
P2			✓	✓					
P3					✓	✓	✓		
P4								✓	✓

Enstrümanlı eylem şemalarına dayalı oluşturulan profillere göre öğrenci dağılımı incelendiğinde ise öğrencilerin bazı özellikleri göz önünde bulundurularak yapılan öğrenci gruplamasıyla da bire bir eşleştiği saptanmıştır.

Öğrencilerin gruplamasında ele alınan özellikler şunlardır:

- Öğrencilerin matematiksel bilgi düzeyi
- Öğrencilerin teknolojiyle ilişkisi (öğrencinin teknolojik geçmişi, araç kullanımı, vs.)
- Matematiksel araştırma sürecinde geometrik oluşumlara yer verme
- Matematiksel araştırma sürecinde doğrulama / ispatlama yapma



- Enstrümantasyon sürecinde öğretmenin rolü
- *Matematiksel bilgi düzeyi:* Çalışmaya katılan öğrencilerin matematiksel bilgi düzeylerini belirlemek için öğrencilerin en son dönemki matematik başarı notları ve bu çalışmanın araştırmacısı da olan matematik dersi öğretmenin söz konusu öğrencilerin matematik akademik başarıları ve sınıf içi gözlemleri hakkındaki görüşleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bu bilgilerden yola çıkılarak öğrencilerin sahip oldukları matematiksel bilgi düzeyleri belirlenmiştir.
- *Teknoloji ile ilişki:* Öğrencilerle etkinlik uygulamalarına başlanmadan önce bir ön görüşme yapılarak teknolojiyi günlük hayatlarında nerelerde, ne zaman, ne sıklıkta ve ne için kullandıkları, hangi tür teknolojileri kullanmayı tercih ettikleri sorulan sorularla öğrenilmeye çalışılmıştır. Yapılan ön görüşmede öğrencilerin teknolojiyle ilgili sorulan sorulara verdikleri cevaplardan ve etkinlik uygulamaları sırasında enstrümantasyon sürecinde teknoloji (tablet, dinamik yazılım) kullanım şemalarından teknolojiye ait ilişkileri elde edilmiştir.
- *Geometrik oluşumlara yer verme:* Etkinlik uygulamaları sırasında yönergelerde olmamasına rağmen bazı öğrencilerin çalışmalarını yaparken kendi geometrik oluşumlarını yaparak çözüme ulaşmak istedikleri görülmüştür. Dinamik ortamda oluşum yaparak çözüme ulaşma enstrümantasyon sürecinde farklı bir yöntem olması ve kullanılan aracın enstrümana dönüşümü hakkında önemli bilgiler vermesi nedeniyle öğrenci davranışlarının farklılaşmasını sağlayan önemli bir durum olarak ön plana çıkmaktadır.
- *Doğrulama/ispata yapma:* Öğrencilerin etkinlik uygulamaları sırasında enstrümantasyon sürecinde çeşitli araçları kullanarak verdikleri kararları doğrulamak ya da çözümlerini ispatlamak istemeleri doğrulama yapmak için kullanılan aracın enstrümantal oluşumu hakkında yararlı ipuçları sağladığından farklı davranışların oluşmasında etkili olduğu görülmektedir.
- *Öğretmen rolü:* Öğretmen rolü, öğrencilerin etkinlikleri yaparken bireysel olarak çalışabilmeleri ya da süreç içerisinde öğretmenden ara sıra veya sıklıkla yardım ve dönüt talep etmeleri çalışma tekniklerini doğrudan etkilediği için enstrümantal oluşum süreci hakkında önemli bilgiler verdiğiinden davranışların farklılaşmasında da etkili bir faktör olarak ele alınmaktadır. Bu çalışma için enstrümantal oluşum sürecindeki öğretmen rolleri destek sağlayıcı/tamamlayıcı, rehberlik edici ve pasif etki olarak üç şekilde tanımlanmıştır.

Tablo 5.2’de öğrenci gruplaması ile profil eşleşmesi görülmektedir.

**Tablo 5.2. Öğrenci-Profil Eşleşmesi**

Profiller	Matematik bilgi düzeyi	Teknoloji raporu	Geometrik oluşum	Doğrulama/ispat	Öğretmen rolü
P1 (İrem- Ahmet)	Üst seviye	Yetkin	Var	Var	Pasif
P2 (Gamze-Simay)	İyi seviye	Etkili	Yok	Var	Pasif
P3 (Hatice-Mehmet- Aleyna)	Orta seviye	Yeterli	Yok	Yok	Rehberlik edici
P4 (Merve-Osman)	Düşük seviye	Yetersiz	Yok	Yok	Destek sağlayıcı/tamamlayıcı

Çalışma sonucunda elde edilen bu tipoloji bu çalışmaya katılan sınırlı sayıdaki öğrenciden elde edilen verilere dayanmaktadır, öğrencilerin ortaya koyabilecekleri tüm şema ve teknikleri temsil etmeyebilir. Ayrıca yapılan bu tipolojinin geneli temsil etme gibi bir amacı olmamakla birlikte sınıfta bulunan öğrencilerin karakteristiğini belirlemeye imkan sağlamaktadır. Bununla birlikte benzer çalışma ortamlarında yapılan çalışmalarda aynı yaş grubundaki öğrenciler hakkında bilgi vermesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Trouche ve Guin (2002) teknolojik bir araç olan grafik hesap makinesi ile yaptıkları çalışmada öğrencilerin hesap makinesini kullanırken ortaya çıkan çalışma metotlarından öğrenci davranış tipolojileri oluşturmuşlardır. Yapılan bu çalışmada da benzer olarak öğrencilerin dinamik geometri ortamında kullandıkları sürüklenme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçleri sonucunda ortaya çıkan sürüklenme ve ölçme enstrümanlı eylem şemalarındaki benzer noktalar göz önüne alınarak profiller oluşturulmuştur.

### 5.1.3. Sürüklemenin enstrümantal gelişimi

Bütün bir süreç boyunca çalışmaya katılan öğrencilerin kullanmış oldukları farklı sürüklenme çeşitleri oluşturulan öğrenci davranış profilleri ile ilişkilendirilerek aşağıda tablo 5.3’de sunulmuştur. Sürüklenme aracının enstrümantal gelişimi öğrenci profilleri ile desteklenerek açıklanmaya çalışılacaktır.

**Tablo 5.3.** Kullanılan Sürükleme Çeşitlerinin Profillere Göre Dağılımı

Sürükleme Çeşitleri / Profiller	Rastgele Sürükleme	Amaçlı Sürükleme	Kısıtlı Sürükleme	Gizli Geometrik Yer Sürüklemesi	Sürükleme Testi
P1		✓	✓	✓	✓
P2		✓	✓		✓
P3		✓	✓		
P4	✓	✓	✓		

Bütün etkinliklerin uygulanması sonucunda tüm profillerde yer alan öğrenciler sürükleme aracını etkinliklerin belirli aşamalarında bir şekilde kullanmıştır. Öğrencilerin etkinlikler sırasında kullandıkları sürükleme çeşitleri genellikle benzer olmakla birlikte belirli durumlarda farklılık göstermiştir. Uygulama süreci boyunca öğrenciler tarafından kullanılan sürükleme çeşitlerine bakıldığında Arzarello (2002) tarafından tanımlanan sürükleme çeşitlerinden *rastgele sürükleme*, *amaçlı sürükleme*, *kısıtlı sürükleme*, *gizli geometrik yer sürüklemesi* ve *sürükleme testinin* kullanıldığı görülmektedir.

Öğrenci davranış profilleri çerçevesinde ele alındığında P1 de yer alan öğrenciler amaçlı sürükleme, kısıtlı sürükleme, gizli geometrik yer sürüklemesi ve sürükleme testi, P2 de yer alan öğrenciler amaçlı sürükleme, kısıtlı sürükleme ve sürükleme testi, P3 de yer alan öğrenciler amaçlı sürükleme ve kısıtlı sürükleme, P4 de yer alan öğrenciler ise rastgele sürükleme, amaçlı sürükleme ve kısıtlı sürükleme çeşitlerini kullanmıştır.

P1 profilindeki öğrenciler sürükleme aracını enstrümana dönüştürerek gözlem yaparak topladıkları verilerle ilgili matematiksel sezgilerini sıklıkla kullanmıştır. Örneğin bir dörtgenin kare olup olmadığını belirlerken sadece sürüklemeyi kullanarak karar vermeleri bu öğrencilerin sürükleme aracını gözlem yaparak karar verme enstrümanına dönüştürdükleri göstermektedir. Ayrıca sürüklemeyle elde ettikleri bilgilerin geçerliliğini görmek için yeni araştırmalarla doğrulamalar yapmışlardır.

P1'deki öğrencilerin enstrümantasyon sürecinde kullandıkları sürükleme çeşitlerine bakıldığında geometrik şeklin özelliklerine yönelik varsayım üreterek ve varsayımı doğrularak kuramsal düşünme gerçekleştirdikleri görülmektedir. Bununla birlikte gizli geometrik yer sürüklemesi yapan öğrencilerin algısal düşünme düzeyinden kuramsal düşünme düzeyine geçiş yapmaya başladıkları ve sürükleme testi yapan öğrencilerin kuramsal düşünme düzeyinden tekrar algısal düşünme düzeyine geçiş yapabildikleri söylenebilir. Gizli geometrik yer sürüklemesi ve sürükleme testi yapan

öğrenciler Arzarello ve diğerlerinin (2002) de belirttiği gibi kurama geçiş-algıya geçiş sürecinde keşfedilen yeni bilgilerle birlikte geri çıkarım muhakemesi yapabilmişlerdir.

Değişmeyen özelliklere odaklanan P2 profiline sahip öğrencilerin kullandıkları sürüklenme çeşitlerine bakıldığında kavramsal bilgilerinin ön plana çıktığı görülmektedir. P1 ve P2 profillerinde sürüklenme aracının enstrümana dönüşümü ile birlikte geometrik oluşum şeklinde oluşturulan dörtgenlerin sürüklemeler sonucundaki farklı temsillerini gözlemleyerek bu dörtgene ait değişen ve değişmeyen özelliklerini fark edebilmişlerdir. Amaçlı ve kısıtlı sürüklemeler yapan öğrencilerin dörtgenlerin değişen ve değişmeyen özelliklerini araştırırken bununla birlikte dörtgenlere ait matematiksel kavramları ve ilişkileri de anlayabildikleri gözlenmiştir. Sürüklenme testi ile birlikte varsayımlarını doğrulayan öğrencilerin (P1-P2) kuramsal düşünmeden şekiller üzerindeki algısal düşünmeye geçiş yaptıkları söylenebilir.

P1 ve P2 ve P3 öğrencileri sürüklenmeyle 5. etkinlikte çizim ve oluşum kavramları arasındaki farkı anlayabilmişlerdir. Çizim ile dörtgenin tek bir durumunun betimlendiğini fark eden öğrenciler sürüklenme aracı ile bu dörtgenlerin sahip olduğu karakteristik özellikleri belirleyerek bu özelliklerin farklı şekillerle olan ilişkilerini sürüklenmeyle gözlemleyerek ayırt etmişlerdir.

Dinamik geometri ortamında çizim ve oluşum kavramlarının ve bu kavramlar arasındaki farkın anlaşılmasında sürüklemenin önemli bir yerinin dolayısıyla süreçte kullanılmasının esas olduğu belirtilmektedir (Laborde, 1995; Broutin Tapan, 2010). Öğrencilerin çoğunluğunun dinamik geometri ortamında verilen geometrik bir şeklin özelliklerini belirlerken şeklin çizim ya da oluşum olup olmadığını anlayabilmeleri için amaçlı sürüklemeyi tercih ettikleri gözlenmiştir.

P4 deki öğrenciler kullandıkları sürüklenme çeşitleri ile birlikte şeklin fiziksel özelliklerine göre algısal düşünme gerçekleştirmişlerdir. Bu öğrenciler için sürüklenme aracının enstrümana dönüşmesi öğrencilerin enstrümantasyon sürecinde dörtgenlere ait geometrik özellikleri ne kadar kavramsallaştırabildikleri ile yakından ilgilidir. Öğrencilerin dörtgenlere ait kavramsal eksiklikleri sürüklemenin enstrümana dönüşmesine engel oluşturarak enstrümantal oluşum sürecini uzatmıştır . P4 deki öğrenciler için sürüklenme aracı enstrümantal oluşum sonucunda hiç doğrulama enstrümanına dönüşmemiştir.

P4'de bulunan öğrencilerin dinamik ortamdaki sürüklenme aracını doğrulama enstrümanına dönüştürememiş olmaları sadece kavramsal eksiklerden değil aynı

zamanda tercih ettikleri sürüklenme çeşidinden kaynaklanmıştır. Rolet (1996) bazı öğrencilerin geometrik oluşumları bozmaktan korktuklarını ve bundan dolayı da daha bölgesel sürüklemeler yaptıklarını belirtmektedir. P4 deki öğrenciler de gözlem yapmakta yaşadıkları zorluklar nedeniyle şekilleri çok bozmamayı tercih etmişlerdir. Bu durum sürüklemenin sadece keşif aşamasında kullanılmasına ve dolayısıyla oluşturulan şeklin tekrar bozulmamasını istedikleri için doğrulama aşamasında kullanılmamasına neden olmuştur.

P4 profilinde yer alan öğrencilerin sürecin başlangıcında sürüklenme aracını kullanmakta zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Arzarello ve diğerlerinin (2002) dinamik geometri ortamlarını yeni kullanmaya başlayan öğrencilerin başlangıç aşamasında sürüklemeyi çok fazla kullanmadıklarını ileri sürmeleri bu çalışmada özellikle teknoloji ile ilişkileri zayıf olan P4 profilinde yer alan öğrencilerin sürecin başlangıcında sürüklenme aracını kullanmada yaşadıkları zorluğun nedenini açıklar niteliktedir.

Tüm süreç göz önüne alınarak sürüklenme aracının enstrümantal oluşumuna bakıldığında sürüklenme aracının rastgele ve amaçlı sürüklenme yapanlarda bir keşif enstrümanına, gizli geometrik yer sürüklemesi yapanlarda varsayım oluşturma enstrümanına, sürüklenme testi yapanlarda varsayımı doğrulama enstrümanına dönüştüğü gözlenmiştir. Sürüklemeyi enstrümana dönüştürebilen öğrenciler çizim ve oluşum arasındaki farkı belirleyebilmiş ve algısal düzeydeki düşüncelerini kuramsal düzeye geliştirmişlerdir.

Bu süreçte sürüklenme aracının öğrenciler tarafından farklı enstrümanlara dönüştüğü de görülmektedir. Bu durum öğrencilerin enstrümantasyon sürecinde oluşturdukları zengin enstrümanlı eylem şemalarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca sürüklenme aracının verilen görev tiplerinde görevin çözümüne yönelik olan enstrümantasyon sürecindeki etkililiği de farklı enstrümanların oluşmasında önemli rol oynamıştır. Özdemir-Erdoğan (2016) aracın sahip olduğu potansiyel ve sınırlılıklar ve öğrencilerin var olan bilgileri ve farklı çalışma alışkanlıklarından dolayı enstrümantal oluşum sürecinde aynı aracın farklı öğrenciler tarafından aynı enstrümana dönüştürülemeyebileceğini belirtmektedir. Yapılan bu çalışmada da kullanılan sürüklenme aracının farklı enstrümanlara dönüştürülmesi öğrenciler arasında bir enstrümanlar topluluğu oluşturmuştur. Öğrenciler aynı ortamda aynı görev için birbirinden farklı şemalar geliştirerek enstrümantal gelişim sonucunda farklı sürüklenme

enstrümanları ortaya koymuşlardır.

Yapılan bu araştırmada öğrencilerin çoğunluğunun şekillerin fiziksel özelliklerine göre algısal düzeyde düşünme gerçekleştirebildikleri görülmüştür. Öğrencilerin bazıları da geometrik şeklin özelliklerine yönelik varsayım üreterek ve varsayımlarının doğruluğunu değerlendirerek kuramsal seviyede düşünme gerçekleştirebilmişlerdir. Yapılan araştırmalarda (Arzarello, 2001) da belirtildiği gibi bu araştırmada öğrenciler dinamik geometri ortamında geometrik yapılar üzerinde kullandıkları sürüklenme aracını algısal düşünme seviyesinden kuramsal düşünme seviyesine geçişi etkinleştirici bir enstrümana dönüştürerek varsayım oluşturma süreçlerini de destekledikleri görülmüştür.

#### 5.1.4. Ölçmenin enstrümantal gelişimi

Çalışmaya katılan öğrencilerin kullanmış oldukları farklı ölçme modelleri oluşturulan öğrenci davranış profilleri ile ilişkilendirilerek aşağıda tablo 5.4'de sunulmuştur. Ölçme aracının enstrümantal gelişimi öğrenci profilleri ile desteklenerek açıklanmaya çalışılacaktır.

**Tablo 5.4.** *Kullanılan Ölçme Modellerinin Profillere Göre Dağılımı*

Ölçme Modelleri / Profiller	Amaçlı Ölçme	Doğrulama Ölçümü	İspat Ölçümü
P1	✓	✓	✓
P2	✓	✓	
P3	✓		
P4	✓		

Çalışma boyunca ölçme aracı tüm profillerde yer alan öğrenciler tarafından etkinliklerin belirli aşamalarında bir şekilde kullanılmıştır. Öğrencilerin etkinlikler sırasında kullandıkları ölçme modelleri belirli durumlarda farklılık göstermiştir. Uygulama süreci boyunca öğrenciler tarafından kullanılan ölçme modellerine bakıldığında Olivero ve Robutti (2007) tarafından tanımlanan ölçme modellerinden *amaçlı ölçme, doğrulama ölçümü ve ispat ölçümünün* kullanıldığı görülmektedir.

Öğrenci davranış profilleri çerçevesinde ele alındığında P1 de yer alan öğrenciler amaçlı ölçme, doğrulama ölçümü ve ispat ölçümü, P2 de yer alan öğrenciler amaçlı ölçme ve doğrulama ölçümü, P3 ve P4 de yer alan öğrenciler ise amaçlı ölçme

modellerini kullanmıştır.

Çalışma boyunca ölçme aracının farklı enstrümanlara dönüşebildiği gözlenmiştir. Ölçme öğrenciler tarafından zaman zaman bir keşfetme enstrümanı olarak kullanılırken yeri geldiğinde de bir doğrulama enstrümanı olarak kullanılmıştır. Bu durum sürüklenme aracının da öğrenciler tarafından farklı enstrümanlara dönüştürüldüğü sonucunu destekler niteliktedir. Öğrencilerin ön bilgileri ve çalışma alışkanlıkları aynı ortamda aynı aracın farklı enstrümanlara dönüşmesini sağlayarak öğrenme ortamını zenginleştirmiş ve araçların enstrümantal oluşum sürecinde etkili kullanıldığını göstermiştir.

Ölçme aracı öğrenciler tarafından keşfetme enstrümanına dönüştüğünde şekle ait sayısal ilişkiler, değişmeyen sabitler gibi belli durumları inceledikleri ve bu durumları kendi istekleri doğrultusunda düzene sokabildikleri görülmektedir. Ölçme aracı öğrenciler tarafından doğrulama enstrümanına dönüştüğünde keşfetme sonucunda duruma yönelik oluşturdukları varsayımı kontrol ederek kabul ya da reddedebilmişlerdir.

Öğrenciler ölçme aracını keşfetme enstrümanı olarak kullanırken genel bir geometrik yapıdan belirli bir şekli elde etmek için ölçme yapıldığında (örneğin genel bir dörtgen açı ölçülerine ve kenar uzunluklarına bakarak bir paralelkenara, dikdörtgene, kareye, eşkenar dörtgene, yamuğa dönüştürebilirler) *amaçlı ölçme* modelinin baskın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Eğer bir geometrik yapı dinamik geometri ortamında oluşum biçiminde oluşturulmuşsa, bu geometrik yapıya bağlı olarak iç bölgesinde oluşan bir başka geometrik yapı (örneğin varignon dörtgenleri) için ölçme aracı keşfetme enstrümanına dönüşmemektedir. Yazılımın özellikleri kullanılarak oluşum biçiminde oluşturulan bu yapıya güvendiklerinde ve sahip olduğu geometrik özelliklerden emin olduklarında ölçme aracını bir doğrulama enstrümanına dönüştürmektedirler.

P1, P2, P3 ve P4 deki öğrenciler ölçme aracını keşfetme enstrümanı olarak kullanırken yazılım tarafından ekrana yansıtılan ölçüm sonuçlarına kesin olarak inandıklarında ve güvendiklerinde uzamsal-grafiksel düşünme seviyesinde bulunmaktadırlar. Laborde (2004) tarafından tanımlanan bu uzamsal-grafiksel düşünme seviyesi sürüklenme aracının enstrümana dönüşümündeki algısal düşünme seviyesine karşılık gelmektedir (Arzarello, 2002).

P1 ve P2 deki öğrenciler elde ettikleri ölçüm sonuçlarını okuyarak elde ettikleri

bilgileri iyi yorumlayarak varsayım oluşturmak için kullandıklarında uzamsal-grafiksel düşünme seviyesinden teorik düşünme seviyesine doğru bağlantı kurabilmişlerdir. P1 deki öğrenciler oluşturdukları varsayımı kontrol etmek için ölçme yaptıklarında teorik düşünme seviyesinden uzamsal-grafiksel düşünme seviyesine doğru bağlantı kurabilmişlerdir. Laborde (2004) tarafından tanımlanan teorik düşünme seviyesinden uzamsal-grafiksel düşünme seviyesine geçiş sürüklemeye aracının enstrümana dönüşümündeki kuramsal düşünme seviyesinden algısal düşünme seviyesine geçişe karşılık gelmektedir (Arzarello, 2002).

P1 ve P2 deki öğrenciler ekranda oluşan ölçüm sonuçlarını (örneğin eşkenar dörtgen ya da paralelkenarda eşit olmayan ama yakın değerde olan açı veya kenar uzunluğu durumları için) teorik bir bakış açısı ile yorumlamaktadır. Böylece aslında dinamik geometri ortamı için oluşum biçiminde oluşturulmadığından eşkenar dörtgen ya da paralelkenar olmayan bir şekli, eşkenar dörtgen ya da paralelkenar olarak görüp o dörtgenin matematiksel özelliklerine sahip olduğunu düşünmekte ve sonucunda da varsayım oluşturabilmektedirler.

P1 profilindeki öğrenciler bir dörtgenin çeşidini belirlerken ölçme aracını açı ölçerek bir karar verme enstrümanı, kenar uzunluğu ölçerek de bir doğrulama enstrümanı olarak kullanmaktadırlar.

### **5.1.5. Ölçme-sürüklemeye diyalektiği**

Öğrenci çalışmalarına bir bütün olarak bakıldığında genellikle sürüklemeye ve ölçme araçlarının bir arada kullanılarak enstrümana dönüştürüldüğü görülmektedir. Özellikle P2, P3 ve P4 profillerinde yer alan öğrenciler için enstrümantasyonda sürüklemeye ve ölçmeyi birbirinden ayırarak incelemek mümkün değildir. Ölçme aracı ile geometrik yapıya ait elde edilen bilgilerin okunması ve yorumlanması sürüklemeye aracı ile desteklenerek karar verme sürecine geçiş yapılması sağlanmaktadır.

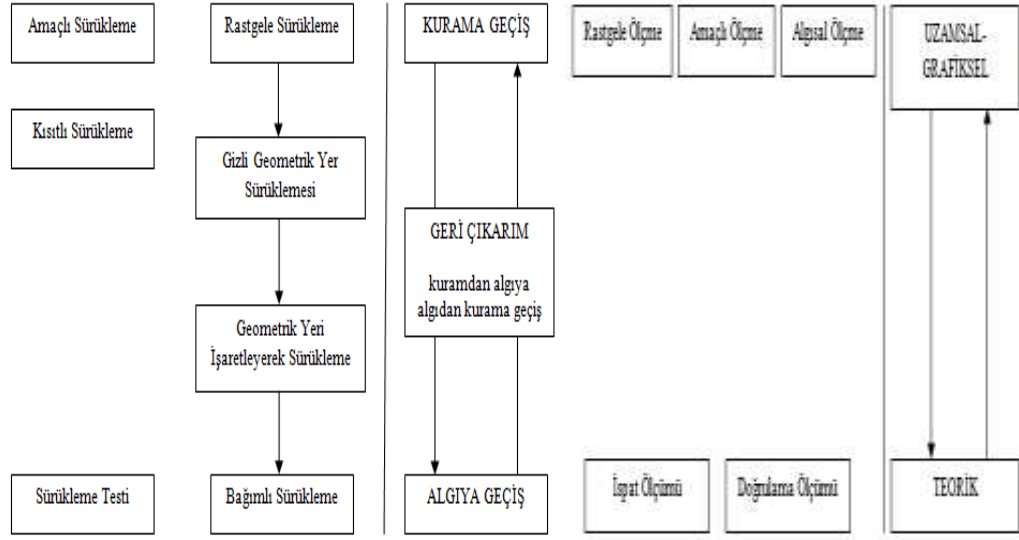
Yapılan bu çalışmada ölçme aracı enstrümantal oluşum sürecinde kendi başına kullanıldığı gibi öğrencilerin bütününde sürüklemeye aracı ile desteklendiği görülmektedir. Öğrenciler geometrik bir yapıya ait özellikleri amaçlı olarak keşfetmek için amaçlı ölçme yaptıklarında buna bağlı olarak ardından durumu keşfetmek ve özel şekil oluşturmak için amaçlı olarak sürüklemeye aracını kullanmaktadırlar. Geometrik yapıya ait özelliklerin keşfedilmesi amacıyla bir arada kullanılan amaçlı ölçme ve



amaçlı sürüklenme ile birlikte öğrenciler algısal düşünme seviyesinden kuramsal düşünme seviyesine doğru ilerleyen bir gelişme göstermişlerdir.

Özellikle P1 ve P2 de yer alan öğrenciler geometrik yapıya ait varsayımlarını kabul etmek ya da çürütmek amacıyla doğrulama ölçümü yaptıklarında buna bağlı olarak ardından geometrik yapıya ait keşfedilen özelliklerin korunup korunmadığını ve dolayısıyla varsayımı kontrol etmek için sürüklenme testi yapmaktadırlar. Geometrik yapıya ait oluşturulan varsayımın doğruluğunun kontrol edilmesi amacıyla bir arada kullanılan doğrulama ölçümü ve sürüklenme testi ile birlikte öğrenciler geri çıkarım muhakemesi yaparak kuramsal düşünme seviyesinden algısal düşünme seviyesine doğru geçiş göstermişlerdir.

Öğrencilerin sürüklenme ve ölçme araçlarını bir arada kullanımlarına ait yukarıda bahsedilen sonuçlar göz önüne alındığında, öğrencilerin sürüklenme modellerini kullanarak gerçekleştirdikleri kurama geçiş- algıya geçiş düşünme süreçleri ile ölçme modellerini kullanarak gerçekleştirdikleri uzamsal-grafiksel düşünme – teorik düşünme süreçlerinin örtüştüğü gözlenmektedir. Arzarello vd. (2002)'nin kullanılan sürüklenme modelleri arasında gerçekleşen kurama geçiş-algıya geçiş sürecini açıklamak için oluşturdukları şemadan yararlanılarak, Laborde (2004)'un tanımladığı uzamsal-grafiksel düşünme-teorik düşünme seviyeleri arasındaki geçiş süreçleri ile açıklanan ve kullanılan ölçme modelleri arasında gerçekleşen zihinsel düşünme süreçlerini açıklamak için oluşturulan şema birleştirilerek öğrencilerin sürüklenme ve ölçme araçlarını bir arada kullanımlarıyla ortaya çıkan sürüklenme-ölçme diyalektiğini açıklamak üzere aşağıda şekil 5.1'de verilen model oluşturulmuştur.



**Şekil 5.1. Sürüklenme-Ölçme Diyalektiği**

**Kaynak:** Arzarello vd., 2002'den uyarlanmıştır.

Bütün çalışma boyunca gerçekleşen ölçme aracının kullanımı, sürüklenme aracının kullanımı ve ölçme-sürüklenme diyalektiğine bakıldığında; öğrencilerin zihinlerinde net bir fikir olmadan geometrik oluşuma ait araştırma yapmaları onların ölçme ya da sürüklenme araçlarını belli bir özelliği incelemeye yönelik olarak kullanmadıklarını göstermektedir. Geometrik oluşum üzerinde kesin bir noktada herhangi bir düzen ya da değişmezlik keşfetmeleri, şeklin grafiksel/algısal gözlemini yapmak için ölçme ya da sürüklenme aracını kullandıkları anlamına gelmektedir. Bu keşiften sonra varsayım oluşturan öğrencilerde uzamsal-grafiksel düşünme seviyesinden teorik düşünme seviyesine geçiş meydana gelmiştir. Öğrenciler varsayım oluşturduktan sonra şeklin üzerinde keşfedilen özelliklere geri döndüklerinde ise sürüklenme ya da ölçme aracının kullanımı onların teorik düşünme seviyesinden uzamsal-grafiksel düşünme seviyesine geçişlerini desteklemiştir. Enstrümantal oluşum süreci boyunca bazı öğrencilerde uzamsal-grafiksel düşünme seviyesi ile teorik düşünme seviyesi arasında ileri geri yönde daha fazla geçişin meydana geldiği ve bu geçişlerin hepsinin aynı tür olmayabildiği de görülmüştür.

## 5.2. Öneriler

Yapılan bu araştırmanın sonuçlarına dayandırılarak uygulamaya yönelik ve yapılacak araştırmalara yönelik olmak üzere geliştirilen öneriler aşağıda sunulmaktadır.

### 5.2.1. Uygulamaya yönelik öneriler

- Dinamik geometri ortamında öğrenciler tarafından kullanılan sürükleme ve ölçme araçlarının enstrümantal oluşum süreçleri incelenmiştir. Dinamik geometri ortamında bu araçların yanı sıra farklı araçların da enstrümana dönüşüm süreçlerinin incelenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.
- Bu çalışma kapsamında TI\_Nspire CAS yazılımının içerisinde yer alan geometri uygulaması kullanılmıştır. Bu uygulamanın yanı sıra grafik ve elektronik tablo uygulamaları da çalışmaya dahil edilerek çalışmaya konu olan öğrenme alanları ve kazanımlara göre hazırlana etkinliklerin geliştirilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir.
- Bu çalışma kapsamında hazırlanan etkinlikler 7.sınıf geometri öğrenme alanını içermektedir. Bu etkinlikler kazanımlar genişletilerek veya hafifletilerek diğer sınıf seviyeleri için de uygulanabilir.
- Araştırma kapsamında öğrencilerle klinik görüşmelerin yapılması öğrencilerin keşfetme, varsayım oluşturma ve varsayımlarını doğrulama süreçlerini de inceleme açısından önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Teknolojik araç olarak tabletlerin kullanıldığı bu çalışmada makro düzeyde tabletlerin öğrenim amaçlı bir enstrümana dönüşümünün ayrıca incelenmesinin tabletlerin matematik öğretimine entegrasyon süreci hakkında önemli bilgiler verebileceğinden gerekli görülmektedir.
- Dinamik geometri yazılımlarını derslerinde kullanmak isteyen öğretmenler için sürükleme ve ölçme araçlarının keşfetme, varsayım oluşturma, doğrulama enstrümanlarına dönüşebileceğini bilmek onların öğrencilerini sürükleme ve ölçme araçlarını kullanmaları konusunda desteklemeleri için teşvik edebilir.
- Uygulama için hazırlanan etkinliklerin dinamik geometri yazılımlarını sınıflarında kullanmak isteyen öğretmenler için önemli bir kaynak oluşturacağı düşünülmektedir.
- Ortaokul öğrencilerinin tablet kullanımlarını içeren bu çalışmanın uygulama süreçlerinin ve öğretim deneylerinin teknolojiyi sınıflarında kullanmak isteyen öğretmenler için iyi bir örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.
- Öğretmenler sınıflarında teknoloji kullanımına yer vererek öğrencilerin teknolojik araçları öğrenim enstrümanına dönüştürmelerine fırsat verebilir.

### 5.2.2. Araştırmalara yönelik neriler

- Araştırmada TI\_Nspire CAS yazılımının geometri uygulaması içerisinde yer alan Cabri Geometri yazılımı kullanılmıştır. Kullanılan dinamik geometri yazılımı değiştirilerek farklı yazılımlarda aynı etkinliklerle uygulama yapılarak dinamik ortamın enstrümantal oluşum süreci üzerinde nasıl bir etkisinin olduğu görülebilir.
- Cabri 2D’de 7.sınıf düzeyinde gerçekleştirilen bu çalışmanın bir diğer ayağını da Cabri 3D’de 8.sınıf düzeyinde üç boyutlu cisimler konusunda sürükleme ve lme araçlarının enstrümantal oluşumlarının incelenmesi oluşturabilir.
- Sürükleme ve lme diyalektiği üzerine daha kapsamlı bir çalışma yapılarak aralarındaki ilişkiler ortaya çıkarılabilir ve sürükleme-lme modellemesi ve sınıflandırması yapılabilir.
- Dinamik geometri ortamında lme aracının enstrümantal oluşum süreci daha fazla katılımcı ile daha detaylı ele alınarak eylem şemalarına göre lme modelleri ortaya çıkarılabilir.
- Sosyo-ekonomik seviyesi daha yüksek olan bir çevrede yer alan bir ortaokulda aynı çalışma tekrarlanarak öğrencilerin enstrümanlı eylem şemalarındaki farklılık incelenebilir.
- Çalışmanın uygulama süreci bir yıl ve daha üzerine çıkarılarak yapılacak uzun soluklu bir çalışma ile enstrümantal oluşum süreci daha detaylı incelenebilir.
- Teknolojinin ğretime entegre edildiği bu çalışmada ayrıca öğretmenin enstrümantal orkestrasyon sürecine de bakılabilir.
- Katılımcı sayısı arttırılarak yapılacak çalışma ile ortaya çıkacak olan sürükleme ve lme enstrümanlarının çeşitliliği sağlanabilir.
- Farklı matematik yazılımları ile kullanılan araçların enstrümantal oluşum süreçleri incelenebilir.
- Sürükleme ve lme araçlarının sınırlılıkları üzerine yoğunlaşılarak bu sınırlılıkların enstrümana dönüşümlerinde nasıl etki yaratacağı incelenebilir.
- Öğretim deneyi modeline göre tasarlanan bu çalışma eylem araştırması desenine göre planlanarak enstrümantal oluşumun incelendiği sırada ayrıca ğretim de gerçekleştirilebilir.

- Geometrik oluşunları içeren etkinliklerin uygulandığı bir çalışmada sürükleme ve lme araçlarının enstrümana dönüşümleri incelenebilir.
- Sürükleme ve lme enstrümanlı eylem şemalarına göre oluşturulan ğrenci profilleri yapılacak benzer çalışmalarla genişletilebilir.



## KAYNAKÇA

- Ainsworth, S. (2008). How should we evaluate multimedia learning environments?. In *Understanding multimedia documents* (pp. 249-265). Springer US.
- Akçay, H., Tüysüz, C., Feyzioğlu, B. ve Uçar, V. (2007). *Bilgisayar destekli kimya öğretiminin öğrenci başarısı ve tutumuna etkisine bir örnek. Development And Application of 7E Learning Model based Computerassisted teaching Materials on Precipitation titrations*, 784-792.
- Akkoç, H. (2011). Investigating the development of prospective mathematics teachers' technological pedagogical content knowledge. *Research in Mathematics Education*, 13(1), 75-76.
- Akkoç, H., Bingölbali, E., & Özmantar, M.F. (2008). Investigating the technological pedagogical content knowledge: A case of derivative at a point. 32nd International Conference on the Psychology of Mathematics Education (PME32), Morelia, Mexico, July 17-21, 2008.
- Aksal, F. A. (2011). Developing evaluative tool for online learning and teaching process. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(3).
- Aktümen, M., & Kaçar, A. (2003). İlköğretim 8. sınıflarda harfli ifadelerle işlemlerin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin rolü ve bilgisayar destekli öğretim üzerine öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(2), 339-358.
- Aktümen, M., Horzum, T., Yıldız, A., & Ceylan, T. (2010). Bir dinamik matematik yazılımı: GeoGebra ve ilköğretim 6-8. sınıf matematik dersleri için örnek etkinlikler.
- Alakoç, Z. (2003). Matematik öğretiminde teknolojik modern öğretim yaklaşımları. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(1), 43-49.
- Altun, A. (2008). Türkiye’de medya okuryazarlığı. *İlköğretmen Eğitimci Dergisi*, 16, 30-34.
- Altun, M. (2008). *İlköğretim ikinci kademede(6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. (5. Baskı). Bursa: Aktüel Yayınevi.
- Altun, M. (2014). Ortaokullarda (5-6-7-8. Sınıflarda) Matematik Öğretimi. Bursa: Alfa Akademi.
- Artigue, M. (1997). Computer environments and learning theories in mathematics education. In B. Barzel (Ed.), *Teaching Mathematics with Derive and the TI-92, Proceedings of the International Derive and TI-92 Conference* (pp. 1–17). Bonn.
- Artigue, M. (1997a). Le logiciel ‘Derive’ comme révélateur de phénomènes didactiques liés à l'utilisation d'environnements informatiques pour l'apprentissage. [The software Derive as releator of didactical phenomena related to the use of technological environements for the learning.] *Educational Studies in Mathematics*, 33, 133-169.

- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 7(3), 245–274.
- Arzarello, F., Micheletti, C, Olivero, F., Paola, D. & Robutti, O. (1998a). A model for analyzing the transition to formal proofs in geometry. In A. Olivier and K. Newstead (Eds.), *Proceedings of the 22nd PME* (Vol. 2, pp. 24-31), Stellenbosch, South Africa.
- Arzarello, F., Gallino, G., Micheletti, C, Olivero, F., Paola, D. and Robutti, O. (1998b). Dragging in Cabri and modalities of transition from conjectures to proofs in geometry. In: A. Olivier and K. Newstead (Eds.), *Proceedings of PME22*, (Vol. 2, 32-39), Stellenbosch, South Africa.
- Arzarello, F. (2000). *Inside and Outside: Spaces, Times and Language in Proof Production*.
- Arzarello, F. (2001). Dragging, perceiving and measuring: physical practices and theoretical exactness in Cabri environments, *Proceedings Cabriworld 2, Montreal, Plenary Lecture*.
- Arzarello, F., Olivero, F., Paola, D., & Robutti, O. (2002). A cognitive analysis of dragging practises in Cabri environments. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(3), 66-72.
- Baccaglioni-Frank, A. (2009). Conjecturing and proving in dynamic geometry after an introduction of the dragging schemes. In *Proceedings of the 10th International Conference of the Mathematics into the 21st Century Project*, Dresden, Germany, September 2009, pp. 31-36. ISBN: 83-919465-9-2.
- Baccaglioni-Frank, A. (2010). Conjecturing in dynamic geometry: A model for conjecture-generation through maintaining dragging. *Doctoral dissertation*, University of New Hampshire, Durham, NH. Published by ProQuest ISBN: 9781124301969.
- Baccaglioni-Frank, A. (2011). Abduction in generating conjectures in dynamic geometry through maintaining dragging. In *Proceedings of the 7th Conference on European Research in Mathematics Education*, February 2011, Rzeszow, Poland.
- Baki, A. (2002). Öğrenen ve öğretenler için bilgisayar destekli matematik. *Ceren Yayın Dağıtım, İstanbul*.
- Baki, A. (2004). Problem solving experiences of student mathematics teachers through Cabri: A case study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 23 (4), 172-180.
- Baki, A., & Özpınar, İ. (2007). Logo destekli geometri öğretimi materyalinin öğrencilerin akademik başarılarına etkileri ve öğrencilerin uygulama ile ilgili görüşleri. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 153-163.
- Baki, A. ve Guven, B. (2009). Khayyam with Cabri: Experiences of pre-service

- mathematics teachers with Khayyam's solution of cubic equations in dynamic geometry environment, *Teaching Mathematics and Its Applications*, 28, 1-9.
- Balacheff, N. (1994): Didactique et intelligence artificielle. In : *Recherches en Didactique des Mathématiques* 14(1/2). Grenoble: La Pensée Sauvage Editions. p. 9- 42.
- Banister, S. (2010). Integrating the iPod Touch in K-12 education: Visions and vices. *Computers in the Schools*, 27(2), 121–131.
- Bartolini Bussi, M. G., & Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: artefacts and signs after a Vygotskian perspective. In L. English, M. Bartolini Bussi, G. Jones, R. Lesh, & D. Tirosh (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (2nd ed., pp. 746–805). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Battista, M. T.(2007). The development of geometric and spatial thinking. In Lester, F. (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 843-908). NCTM. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Baulac, Y., Bellemain, F., & Laborde, J. M. (1988). Cabri-Ge'ome`tre, un logiciel d'aide a` l'apprentissage de la ge'ome`trie. Logiciel et manuel d'utilisation. Paris: Cedic-Nathan.
- Berg, B. L. (2001). *Qualitative research methods for social sciences*. (4. Baskı). Boston: Allyn and Bacon.
- Bintaş, J., & Akıllı, B. (2008). Bilgisayar destekli geometri. *Ankara: Öğreti*.
- Broutin, T. MS (2010). *Bilgisayar etkileşimli geometri öğretimi: Cabri Geometri ile dinamik geometri etkinlikleri, Bursa: Ezgi Kitabevi*.
- Boieri, P. (1995). La misura in Cabri: Quaderni di CabriIrrsae.
- Bonds-Raacke, J., & Raacke, J. D. (2005). Using Tablet PCs in the classroom. An investigation of students' expectations and reactions. *Journal of Instructional Psychology*, 35(3), 235–239.
- Bueno-Ravel, L., & Gueudet, G. (2009). Online resources in mathematics, teachers' geneses and didactical techniques. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14(1), 1-20.
- Cobb, P. (2000). Conducting teaching experiment in collaboration with teachers. In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp.307-333). London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Cobb, P., & Steffe, L. P. (1983). The constructivist researcher as teacher and model builder. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14(2), 83-94.
- Confrey, J., and Lachance, A. (1999). Transformative Teaching Experiments Through Conjecture-Driven Research Design. In A. E. Kelly and R. Lesh (Eds.),



*Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education.* Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum Assoc.

- Creswell, J. W. (2005). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research.* Pearson Education International.
- Çelik, H. C. ve Bindak, R. (2005). İlköğretim Okullarında Görev Yapan Öğretmenlerin Bilgisayara Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6(20), 27-38.
- Çelik, H. C., & GÜNDÜZ, S. (2015). Öğrencilerin Matematik Dersinde Akıllı Tahta Kullanımına Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi.
- Çiftçi, İ. (2006). Bir Öğretim Materyali Olarak Bilgisayar Destekli Matematik Yazılımlarının Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çoklar, A. N. ve Tercan, İ. (2014). Akıllı tahta kullanan öğretmenlerin akıllı tahta kullanımına yönelik görüşleri. İlköğretim Online, 13(1), 48-61.
- Dağhan, G., Kibar, P. N., Akkoyunlu, B., & Atanur, G. (2015). Öğretmen ve Yöneticilerin Etkileşimli Tahta ve Tablet Bilgisayar Kullanımına Yönelik Yaklaşımları ve Görüşleri. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol, 6(3), 399-417.
- Dallas, M. E. (2012). Health Day. Overloaded Backpacks Can Injure Kids: Experts. <http://consumer.healthday.com/Article.asp?AID=667521> adresinden 24.08.2016 tarihinde alınmıştır.
- De Villiers, M. (1998). To teach definitions in geometry or teach to define? In A.Oliver & K. Newstead (Eds.), *Proceedings of the 22nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 248-255.
- De Villiers, M. (2004). Using dynamic geometry to expand mathematics teachers' understanding of proof. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(5), 703-724.
- Defouad B. (2000) *Etude de genèses instrumentales liées à l'utilisation de calculatrices symboliques en classe de première S*, Doctoral Thesis. Paris: Université Paris VII.
- Delen, E., & Bulut, O. (2011). The relationship between students' exposure to technology and their achievement in science and math. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(3).
- Delice, A., & Karaaslan, G. (2015). Dinamik Geometri Yazılımı Etkinliklerinin Öğrenci Performansları Bağlamında İncelenmesi: Analitik Düzlemde Doğru Denklemleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 41(41), 35-57.
- Dikovic, L. (2009). Implementing Dynamic Mathematics Resources with GeoGebra

- at the College Level. *iJET*, 4(3), 51-54.
- Drijvers, P. (2000). Students encountering obstacles using a CAS. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5(3), 189-209.
- Drijvers, P., & van Herwaarden, O. (2000). Instrumentation of ICT-tools: the case of algebra in a computer algebra environment. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 7(4), 255-275.
- Drijvers, P. (2001). The concept of parameter in a computer algebra environment. In *PME Conference* (Vol. 2, pp. 2-385).
- Drijvers, P. (2002). Learning mathematics in a computer algebra environment: obstacles are opportunities. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(5), 221-228.
- Drijvers, P. (2003). *Learning algebra in a computer algebra environment. Design research on the understanding of the concept of parameter*. Doctoral dissertation. Utrecht, the Netherlands: CD- press.
- Drijvers, P. and Gravemeijer, K. (2005). Computer algebra as an instrument: examples of algebraic schemes. In D. Guin, K. Ruthven and L. Trouche (eds.), *The Didactical challenge of Symbolic Calculators: Turning a computational device into a mathematical instrument*, New York: Springer, 163-196.
- Drijvers, P., & Trouche, L. (2008). From artifacts to instruments: A theoretical framework behind the orchestra metaphor. In G. W. Blume & M. K. Heid (Eds.), *Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Vol. 2. Cases and perspectives* (pp. 363-392). Charlotte, NC: Information Age.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75: 213-234.
- Drijvers, P., Kieran, C., Mariotti, M. A., Ainley, J., Andresen, M., Chan, Y. C., ... & Meagher, M. (2010). Integrating technology into mathematics education: Theoretical perspectives. In *Mathematics education and technology- Rethinking the terrain* (pp. 89-132). SpringerUS.
- Drijvers, P., Godino, J. D., Font, V., & Trouche, L. (2013). One episode, two lenses: A reflective analysis of student learning with computer algebra from instrumental and onto-semiotic perspectives. *Educational Studies in Mathematics*, 82: 23-49.
- Dubinsky, E., & Tall, D. (1991). Advanced mathematical thinking and the computer. In *Advanced mathematical thinking* (pp. 231-248). Springer Netherlands.
- Ellington, A. J., Wilson, J. H., & Nugent, J. S. (2011). Use of tablet PCs to enhance instruction and promote group collaboration in a course to prepare future mathematics specialists. *Mathematics and Computer Education*, 45(2), 92.
- Elyazgi, M. G., Mahrin, M. N. R., Rahim, N. Z. A., & Imtiaz, M. A. (2014).

- Feasibility study of tablet pc acceptance among school children in Malaysia. *Jurnal Teknologi*, 69(2).
- Engelhardt, P. V., Corpuz, E. G., Ozimek, D. J., & Rebello, N. S. (2003). 2004. *The teaching experiment-what it is and what it isn't*.
- Enriquez, A. G. (2010). Enhancing student performance using Tablet computers. *College Teaching*, 58(3), 77–84.
- Ersoy, A. (2005). İlköğretim Bilgisayar Dersindeki Sınıf Yerlesim Düzeni ve Öğretmen Rolünün Yapılandırıcı Öğrenmeye Göre Değerlendirilmesi. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4).
- Erdemir, N., Bakırcı, H., & Eyduran, E. (2009). The determination of teachers' confidence to use technology in education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(3), 99-108.
- Ertem, I. S. (2010). The effect of electronic storybooks on struggling fourth-graders' reading comprehension. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(4).
- Escuder, A. (2011). GeoGebra in the math classroom. Paper presented at the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Chesapeake, VA
- Fischbein, E. (1993). The theory of figural concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 24 (2), 139-162.
- Flores, A. (2002). Learning and teaching mathematics with technology. *Teaching Children Mathematics*, 308-310.
- Fujita, T. (2012). Learners' level of understanding of inclusion relations of quadrilaterals and prototype phenomenon. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31, 60-72.
- Fujita, T., & Jones, K. (2006). Primary trainee teachers' understanding of basic geometrical figures in scotland. In J. Novotana, H. Moraova, K. Magdalena & N. Stehlikova (Eds.), *Proceedings of The 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 14-21.
- Fujita, T., & Jones, K. (2007). Learners' understanding of the definitions and hierarchical classification of quadrilaterals: Towards a theoretical framing. *Research in Mathematics Education*, 9 (1&2), 3-20.
- Gall, M. D., Borg, W. R., ve Gall, j. P. (1996). *Educational research: an introduction*(6111 ed.). NewYark: Longman.
- Galligan, L., Loch, B., McDonald, C., & Taylor, J. A. (2010). The use of tablet and related technologies in mathematics teaching. *Australian Senior Mathematics Journal*, vol. 24(1), pp. 38-51.
- Gallo, E. (1994). Control and solution of "algebraic problems". In F. Arzarello & E. Gallo (Eds.) *Problems in algebraic learning*, special issue of *Rendiconti del*

- Seminario matematico dell'Università e Politecnico di Torino, voi. 52, n. 3, 263-278.
- Gelibolu, M. F. (2009). Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımıyla geliştirilen bilgisayar destekli mantık öğretimi materyallerinin 9. sınıf matematik dersinde uygulanmasının değerlendirilmesi. *Unpublished Master Thesis*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Goldenberg, E. P. (1988). Mathematics, metaphors, and human factors: Mathematical, technical, and pedagogical challenges in the educational use of graphical representation of functions. *The Journal of Mathematical Behavior*.
- Goos, M., Soury-Lavergne, S., Assude, T., et al. (2010). Teachers and teaching: Theoretical perspectives and issues concerning classroom implementation. In C. Hoyles & J-B Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technologyrethinking the terrain* (pp. 311-328). New York:Springer.
- Goos, M. (2013). Sociocultural perspectives in research on and with mathematics teachers: a zone theory approach. *ZDM*, 45(4), 521-533.
- Gorgievski, N., Stroud, R., Truxaw, M., & DeFranco, T. (2005). Tablet PC: A preliminary report on a tool for teaching calculus. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 12(3), 95.
- Gök, T. (2012). Real-time assessment of problem-solving of physics students using computer-based technology. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(43).
- Gökkurt, B., Deniz, D., Soylu, Y., & Akgün, L. (2012). Dinamik geometri yazılımı ile hazırlanan çalışma yaprakları hakkında öğrenci görüşleri: prizmalarda alan örneği.
- Gravemeijer, K. P. E. (2005). PROO application 411-04-123, Tool use in innovative learning arrangements for Mathematics. Retrieved November, 30, 2007.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2011). Mathematics teacher education advanced methods: an example in dynamic geometry. *ZDM*, 43(3), 399-411.
- Guin D., & Trouche L. (1999b) The complex process of converting tools into mathematical instruments: the case of calculators, *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 3, 195-227.
- Guin, D., & Trouche, L. (2002). Mastering by the teacher of the instrumental genesis in CAS environments: necessity of instrumental orchestrations. *ZDM*, vol. 34 (5). 204-211.
- Gündüz, H. B. (2010). Digital divide in Turkish primary schools: Sakarya sample. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(1).
- Güven, B. (2002). *Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek öğrenme*. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Güven, B., Karataş İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı cabri ile geometri öğrenme: Öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2 (2).
- Güven, B., Karataş, İ. (2005). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile oluşturmacı öğrenme ortamı tasarımı: Bir model. *İlköğretim Online*, 4 (1), 67-72.
- Güven, B. (2007). Using dynamic geometry software to convey real-world situations into the classroom: the experience of student mathematics teachers with a minimum network problem, *Teaching Mathematics and Its Applications*, 27 (1), 24-37.
- Bukova-Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modelling problems. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 30(1), 19-36.
- Hacısalihoğlu, H., Mirasyedioğlu, Ş. ve Akpınar, A. (2004). Matematik Öğretimi İlköğretim 6-8. sınıflar. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Haspekian, M. (2005). An “instrumental approach” to study the integration of a computer tool into mathematics teaching: the case of spreadsheets. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10: 109–141.
- Hawkes, M., & Hategekimana, C. (2009). Impacts of mobile computing on student learning in the university: A comparison of course assessment data. *Journal of educational technology systems*, 38(1), 63-74.
- Hazan, O. and Goldenberg E.P., (1997). Students' Understanding of the Notion of Function in Dynamic Geometry Environments, *International Journal Of Computers For Mathematical Learning*, 1, 263-291.
- Heinze, A., & Ossietzky, C. (2002). “...Because a square is not a rectangle” students' knowledge of simple geometrical concepts when starting to learn proof. In A. Cockburn & E. Nardi (Eds.), *Proceedings of The 26th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 81-88.
- Hershkowitz, R. (1990). Psychological aspects of learning geometry. In P. Neshier & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics and cognition* (pp. 70–95). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hohenwarter, M. (2006). *GeoGebra-didaktische Materialien und Anwendungen für den Mathematikunterricht*. na.
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). Teaching and calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra. In *11th International Congress on Mathematical Education*.
- Horton, L. M., Kim, K., Kothaneth, S., & Amelink, C. T. (2011). Macroergonomics analysis of instructional technology diffusion: a case study on tablet PC adoption. In *American Society for Engineering Education*. American Society for Engineering Education.
- Howson, A. G, & Kahane, J. P. (Eds.), (1986). *The influence of computer and*

- informatics on mathematics and its teaching*. Cambridge University Press Cambridge, England.
- Hoyles, C., & Noss, R. (2003). What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education?. In *Second international handbook of mathematics education* (pp. 323-349). Springer Netherlands.
- Hölzl, R. (1996). How Does 'Dragging' Affect The Learning Of Geometry, *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 1: 169-187.
- Hsiao, L. H. C. (2012). A study on teaching quality of Taiwan government training civil servants with educational technology. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11 (2), 38-43.
- Işıksal, M., & Aşkar, P. (2003). Elektronik tablolama ve dinamik geometri yazılımını kullanarak çalışma yapraklarının geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 2(2).
- Johnson, A. P. (2005). *A short guide to action research*. Boston, MA: Pearson.
- Jones, K. (2000). Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations. *Educational studies in mathematics*, 44(1-2), 55-85.
- Jones, J. L., & Sinclair, B. (2011). Assessment on the go: Surveying students with an iPad.
- Kağızmanlı, T. B.ve Tatar, E. (2012). "Matematik Öğretmeni Adaylarının Bilgisayar Destekli Öğretim Hakkındaki Görüşleri: Türevin Uygulamaları Örneği". *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20(3), 897-912.
- Kağızmanlı, T. B., Tatar, E., & Zengin, Y. (2013). Öğretmen Adaylarının Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımına İlişkin Algılarının İncelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2).
- Kamacı, E. ve Durukan, E. (2012). Araştırma Görevlilerinin Eğitimde Tablet Bilgisayar Kullanımına İlişkin Görüşleri Üzerine Nitel Bir Araştırma (Trabzon Örneği). *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Dergisi Sayı: 1/3*, 203-215.
- Karadag, Z., & McDougall, D. (2009). Visual explorative approaches to learning mathematics. *Atlanta, US: PME-NA*.
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & education*, 55(2), 427-443.
- Karataş, İ., & Güven, B. (2013). Dinamik geometri yazılımı cabri'nin matematik eğitiminde kullanımı: pisagor bağıntısı ve çokgenlerin dış açıları. s. 167-180.
- Kieran, C., & Drijvers, P. (2006). The co-emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques, and theoretical reflection: A study of CAS use in secondary school algebra. *International journal of computers for mathematical learning*, 11(2), 205-263.

- Koile, K., & Singer, D. (2006). Improving learning in CS1 via tablet-PC-based in-class assessment. In *Proceedings of the second international workshop on Computing education research* (pp. 119-126). ACM.
- Koparan, T. (2012). Matematik ve geometri derslerinde grafik tablet kullanımına yönelik tutum ölçeği. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, vol.3(1), 66-79.
- Koparan, T., & Güven, B. (2012). Matematik ve geometri derslerinde grafik tablet kullanımına yönelik öğrenci görüşleri. *10. Uluslar arası Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde*.
- Kowalski, S. E., Kowalski, F. V., & Gardner, T. Q. (2009). Lessons learned when gathering real-time formative assessment in the university classroom using tablet PCs. In *2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. 1-5). IEEE.
- Kösa, T., Karakuş, F., & Çakıroğlu, Ü. (2008, May). Uzay geometri öğretimi için üç boyutlu dinamik geometri yazılımı kullanarak çalışma yapraklarının geliştirilmesi. In *8th International Educational Technology Conference, Eskişehir* (pp. 1066-1070).
- Köse, N., Uygan, C., & Özen, D. (2012). Dinamik Geometri Yazılımlarındaki Sürüklenme ve Çeşitlerinin Geometri Öğretimindeki Rolü. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 3(1).
- Laborde, C. (1995). Designing tasks for learning geometry in computer-based environments. In: L. Burton & B. Jaworski (eds) *Technology in mathematics teaching: a bridge between teaching and learning*, Chartwell-Bratt, 35-68.
- Laborde, C. (2000). Dynamic geometry environments as a source of rich learning contexts for the complex activity of proving. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1-2), 151-161.
- Laborde, C. (2004) The hidden role of diagrams in students' construction of meaning in geometry In J. Kilpatrick, C. Hoyles and O. Skovsmose (Eds.), *Meaning in mathematics education*, (pp.1-21). Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- Lagrange, J.B. (1999a). Learning pre-calculus with complex calculators: mediation and instrumental genesis. In O. Zaslavsky (Ed.), *Proceedings of the 23rd conference of the international group for the psychology of mathematics education, Vol 3* (pp. 193-200). Haifa, Israel: Technion.
- Lagrange, J.B. (1999b). Complex calculators in the classroom: theoretical and practical reflections on teaching pre-calculus. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 4, 51-81.
- Lagrange, J.B. (1999c). Techniques and concepts in pre-calculus using CAS: a two-year classroom experiment with the TI-92. *The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, 6, 143-165.
- Lagrange, J.B. (2000). L'intégration d'instruments informatiques dans l'enseignement: une approche par les techniques. [The integration of

- technological instruments in education: an approach by means of techniques.] *Educational Studies in Mathematics*, 43, 1-30.
- Lagrange, J.B. (2002). Etudier les mathématiques avec les calculatrices symboliques, quelle place pour les techniques? [Studying mathematics with symbolic calculators, what place for techniques?] In D. Guin & L. Trouche (Eds.), *Calculatrices symboliques, transformer un outil en un instrument du travail mathématique: Un problème didactique* [Symbolic calculators, transforming a tool into an instrument for mathematical work: a didactical problem] (pp. 151-185). Paris: La pensée sauvage éditions.
- Lee, H. (2010). *High school mathematics teachers' use of technology in their learning and teaching: Three cases*. Unpublished idssertation. Athens, GA: The University of Georgia.
- Lesh, R.A. and Kelly, A.E.: 1999, 'Multi-tiered teaching experiments', in A.E. Kelly and R.A. Lesh (eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates Mahwah, NJ, pp. 197–230.
- Lesh, R., & Kelly, A. E. (2000). Multitiered teaching experiments. *Handbook of research design in mathematics and science education*, 197-230.
- Leung, A., Chan, Y. C., & Lopez-Real, F. (2006). Instrumental genesis in dynamic geometry environments. In L. H. Son, N. Sinclair, J. B. Lagrange, & C. Hoyles (Eds.), *Proceedings of the ICMI 17 study conference: part 2* (pp. 346–353). Vietnam: Hanoi University of Technology.
- Leung, A. (2008). Dragging in a dynamic geometry environment through the lens of variation. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 13:135-157.
- Liao, Y. C. (2007). Effects of Computer-Assisted Instruction on Students' Achievement in Taiwan: A Meta-Analysis, *Computers& Education*, 48 (2), 216–233.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry* (Vol. 75). Sage.3
- Loch, B., & Donovan, D. (2006). Progressive teaching of mathematics with tablet technology. *e-JIST, e-Journal of Instructional Science and Technology*, 9(2).
- Loch, B., & McDonald, C. (2007). Synchronous chat and electronic ink for distance support in mathematics. *Innovate* 3(3).
- Loch, B., Galligan, L., Hobohm, C., & McDonald, C. (2011). Learner-centred mathematics and statistics education using netbook tablet PCs. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 42(7), 939-949.
- Lopez-Morteo, G., & López, G. (2007). Computer support for learning mathematics: A learning environment based on recreational learning objects. *Computers & Education*, 48(4), 618-641.
- Lopez-Real, F. & Leung, A. (2006). Dragging as a conceptual tool in dynamic geometry. *International Journal of Mathematical Education in Science and*



*Technology*, 37(6), 665-679.

- Ludwig, L., Mayrberger, K., & Weidmann, A. (2011). Einsatz personalisierter iPads im Unterricht aus Perspektive der Schülerinnen und Schüler. In S. Friedrich, A. Kienle & H. Rohland (Eds.), *DeLFI 2011: Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik* (pp. 7– 17). Dresden: TUDpress.
- Machin, M. C., & Rivero, R. D. (2002). Students' attitudes towards Mathematics and computers when using DERIVE in the learning of calculus concepts. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 9(4), 259.
- Magnani, L. (1997). *Ingegnerie della Conoscenza*. Milano: Marcos y Marcos.
- Mariotti, M. A. (2002). Influence of technologies advances in students' math learning. In L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 757–786). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Marrades, R., & Gutiérrez, Á. (2000). Proofs produced by secondary school students learning geometry in a dynamic computer environment. *Educational studies in mathematics*, 44(1-2), 87-125.
- Maschietto, M., & Soury-Lavergne, S. (2013). Designing a duo of material and digital artifacts: the pascaline and Cabri Elem e-books in primary school mathematics. *ZDM*, 45(7), 959-971.
- MEB. (2008). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri*. Ankara: MEB Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü. <http://otmg.meb.gov.tr/YetGenel.html> adresinden 28 Temmuz 2016 tarihinde edinilmiştir.
- MEB. (2011). Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) dersi öğretim programı. Ankara.
- MEB. (2013). Ortaokul matematik dersi (5,6,7 ve 8.sınıflar) öğretim programı. Ankara.
- MEB (2016). <http://fatihprojesi.meb.gov.tr/tr/index.php> adresinden 26 Ağustos 2016 tarihinde edinilmiştir.
- Mills, M. (2012). PBS. National PBS Survey Finds Teachers Want More Access to Classroom Tech. <http://www.pbs.org/about/news/archive/2012/teacher-survey-fetc/> adresinden 23.08.2016 tarihinde alınmıştır.
- Monaghan, F. (2000). What difference does it make? Children's views of the differences between some quadrilaterals. *Educational Studies in Mathematics*, 42 (2),179-196.
- Moran, M., Hawkes, M., & El-Gayar, O. (2010). Tablet personal computer integration in higher education: Applying the unified theory of acceptance and use technology model to understand supporting factors. *Educational Computing Research*, 42(1), 79–101.
- Mulholland, J. B. (2011). iPads strengthen education. *Government Technology*, 24(4), 20-24.

- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM. (2008). The role of technology in the teaching and learning of mathematics. <http://www.nctm.org/about/content.aspx?id=14233> adresinden 15.02.2011 tarihinde edinilmiştir.
- Ndlovu, M., Wessels, D., & de Villiers, M. (2011). An instrumental approach to modelling the derivative in Sketchpad. *pythagoras*, 32(2), 15-pages.
- Nie, M., Armellini, A., Witthaus, G., & Barklamb, K. (2011). How do e-book readers enhance learning opportunities for distance work-based learners?.
- Nordin, N., Zakaria, E., Mohamed, N. R. N., & Embi, M. A. (2010). Pedagogical usability of the Geometer's Sketchpad (GSP) digital module in the mathematics teaching. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(4).
- Noss, R. and Hoyles, C. (1996). *Windows on Mathematical Meanings* (pp. 153–166). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Okazaki, M., & Fujita, T. (2007). Prototype phenomena and common cognitive paths in the understanding of the inclusion relations between quadrilaterals in Japan and Scotland. In H. Woo, K. Park & D. Seo (Eds.), *Proceedings of The 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 41-48.
- Olivero, F. (1999). Cabri-géomètre as a mediator in the process of transition to proofs in open geometric situations. In *4th International Conference on Technology in Mathematics Teaching* (p. 15).
- Olivero, F. (2000). Conjecturing in Open-Geometric Situations in Cabri-Geometre: an Exploratory Classroom Experiment. In C. Morgan & K. Jones (Eds.) BSLRM Annual Publication of Proceedings.
- Olivero, F. (2001). Conjecturing in open geometric situations using dynamic geometry: an exploratory classroom experiment, *Research in Mathematics Education*, 3(1), 229-246.
- Olivero, F. (2002). *The proving process within a dynamic geometry environment*. UK: University of Bristol.
- Olivero, F., & Robutti, O. (2007). Measuring in dynamic geometry environments as a tool for conjecturing and proving. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 12(2), 135-156.
- Olive, J., & Makar, K. (with Hoyos, V. Kor, L. K., Koshleva, O. & Straber, R.) (2009). Mathematical knowledge and practices resulting from Access to digital Technologies. In C. Hoyles & J-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology: Rethinking the terrain*, (pp. 133-178). The Netherlands: Springer.
- Olive, J. (2010). Research on technology tools and applications in mathematics learning and teaching. In *Building a collaborative research community: proceeding of an invitational planning conference for WISDOMe*. Laramie,

Wyoming: University of Wyoming College of Education.

- Olkun, S.; Gülbağcı, H.; Öztürk, B.; Açıkgoz, S.; Kandemir, M.A.; Çakmaktepe, M. (2008). *Dinamik Geometri Yazılımları ile Geometri Etkinlikleri*. (Ed: S.Olkun). Ankara: Maya Akademi.
- Öksüz, C., & Ak, Ş. (2010). İlköğretim okullarında matematik derslerinde teknoloji kullanım düzeyini belirleme ölçeği geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(32), 372-383.
- Özdemir-Erdoğan, E. (2016). Enstrümantal Oluşum Teorisi. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Eds.), *Matematik Eğitiminde Teoriler içinde* (s. 803-818). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Newbury Park, CA: Sage.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.
- Pea, R. D. (1987). Cognitive technologies for mathematics education. *Cognitive science and mathematics education*, 89-122.
- Peirce, C.S. (1960) *Collected Papers*, II, Elements of Logic, Harvard, University Press.
- Phillips, P., & Loch, B. (2011). Building Lectures and Building Bridges with Socio-economically Disadvantaged Students. *Educational Technology & Society*, 14(3), 240-251.
- Piaget, J. (1936). La naissance de l'intelligence chez l'enfant. Delachaux et Niestle'.
- Pilli, O. (2008). *The effects of computer-assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics course* (Doctoral dissertation, Middle East Technical University).
- Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains, Armand Colin.
- Rabardel, P., & Samurcay, R. (2001). From artifact to instrumented-mediated learning, New challenges to research on learning. International Symposium organized by the Center for Activity Theory and Developmental Work Research, University of Helsinki, March 21–23.
- Rawat, K. S., Riddick, G. B., & Moore, L. J. (2008, October). Work in progress-integrating mobile tablet-PC technology and classroom management software in undergraduate electronic engineering technology courses. In *2008 38th Annual Frontiers in Education Conference* (pp. S4D-23). IEEE.
- Rivera, F. D. (2007). Accounting for students' schemes in the development of a graphical process for solving polynomial inequalities in instrumented activity. *Educational Studies in Mathematics*, 65(3), 281-307.

- Robson, C. (1993). Real world research: A resource for social scientists and practitioners-researchers. *Massachusetts: Blackwell Publishers.*
- Romney, C. A. (2010, October). Tablet PCs in undergraduate mathematics. In *2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. T4C-1). IEEE.
- Ruthven, K. (2002). Instrumenting mathematical activity: Reflections on key studies of the educational use of computer algebra systems. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 275-291.
- Saada-Robert, M. (1989). La microgenèse de la représentation d'un problème. *Psychologie française*, 34(2-3), 193-206.
- Sarı, M.H. ve Akbaba Altun, S. (2015). Sınıf Öğretmenlerinin Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımı Üzerine Nitel Bir Araştırma, *International Journal Of Eurasia Social Sciences*, Vol: 6, Issue: 19, p. (24-49).
- Shurtz, S., Halling, T. D., & McKay, B. (2011). Assessing user preferences to circulate iPads in an academic medical library. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries*, 8(4), 311-324.
- Simon, M. A. (2000). Research on the Development of Mathematics Teachers: The Teacher Development Experiment. In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp.335-359). London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Siozos, P., Palaigeorgiou, G., Triantafyllakos, G., & Despotakis, T. (2009). Computer based testing using “digital ink”: Participatory design of a Tablet PC based assessment application for secondary education. *Computers & Education*, 52(4), 811-819.
- Steinbring, H. (2005). *The construction of new mathematical knowledge in classroom interaction: An epistemological perspective*. New York:Springer.
- Steinweg, S. B., Williams, S. C., & Stapleton, J. N. (2010). Faculty use of tablet PCs in teacher education and K-12 settings. *TechTrends*, 54(3), 54-61.
- Steffe, L. P. (1991). The constructivist teaching experiment: Illustrations and implications. In E. Von Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivism in mathematics education* (pp. 177-194). Boston, MA: Kluwer Academic Press.
- Steffe, L., P. ve Thompson, P., W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh and A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education*, 267- 307. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research* (Vol. 15). Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Tabach, M. (2011). A mathematics teacher’s practice in a technological environment: A case study analysis using two complementary theories. *Technology, Knowledge and Learning*, 16(3), 247-265.

- Tajuddin, N. A. M., Tarmizi, R. A., Konting, M. M., & Ali, W. Z. W. (2009). Instructional Efficiency of the Integration of Graphing Calculators in Teaching and Learning Mathematics. *Online Submission*, 2(2), 11-30.
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12( 2), 151-16.
- Taşlıbeyaz, E. (2010). Ortaöğretim Öğrencilerinin Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminde Matematik Algılarına Yönelik Durum Çalışması: Lise 3. Sınıf Uygulaması. *Unpublished Master Thesis*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tatar, E., Kağızmanlı, T. B., & Akkaya, A. (2014). Türkiye’deki teknoloji destekli matematik eğitimi araştırmalarının içerik analizi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (35), 33-45.
- Tront, J., Scales, G., Olsen, D., & Prey, J. (2007). Deploying tablet PCs in an engineering education environment. In *2007 37th Annual Frontiers In Education Conference-Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports* (pp. T3G-24). IEEE.
- Trouche L. (1996) *Enseigner les mathématiques en terminale scientifique avec des calculatrices graphiques et formelles*. Montpellier: IREM, Université Montpellier II.
- Trouche, L. (1997): A propos de l’enseignement des limites de fonctions dans un “environnement calculatrice”, étude des rapports entre processus de conceptualisation et processus d’instrumentation. PhD. Montpellier: Université Montpellier II.
- Trouche L. (2000) La parabole du gaucher et de la casserole à bec verseur: étude des processus d’apprentissage dans un environnement de calculatrices symboliques, *Educational Studies in Mathematics* 41(2), 239-264.
- Trouche, L. (2002). Une approche instrumentale de l’apprentissage des mathématiques dans des environnements de calculatrice symbolique. *Calculatrices symboliques. Transformer un outil en un instrument du travail mathématique: un problème didactique*. Grenoble: la pensée sauvage édition, 187-199.
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: guiding students’ command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 9: 281–307.
- Trouche, L. (2005a). An instrumental approach to mathematics learning in symbolic calculator environments. In D. Guin, K. Ruthven & L. Trouche (Eds.), *The didactical challenge of symbolic calculators: Turning a computational device into a mathematical instrument*, (pp.137-162). New York: Springer.
- Trouche, L. (2005). Calculators in mathematics education. A rapid evolution of

- tools, with differential effects. *The Didactical Challenge of Symbolic Calculators*. Springer US, 9-39.
- Trouche L. (2005b). Instrumental genesis, individual and social aspects. In D. Guin, K. Ruthven & L. Trouche (Eds.), *The didactical challenge of symbolic calculators: Turning a computational device into a mathematical instrument*, (pp.197-230). New York : Springer.
- Trouche, L., & Drijvers, P. (2008). From artifacts to instruments: A theoretical framework behind the orchestra metaphor. In G. W. Blume & M. K. Heid (Eds.), *Research on technology and the teaching and learning of mathematics -Volume 2 : Cases and perspectives* (pp.363-392). Charlotte, NC: IAP.
- Trouche, L., & Gueudet, G. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71: 199-218.
- Trouche, L., & Drijvers, P. (2010). Handheld technology for mathematics education: flashback into the future. *ZDM Mathematics Education* 42:667–681.
- Trouche, L. (2014). Instrumentation in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 307-313). Springer Netherlands.
- Turgut, M. F. (1977). Egitimde olcme ve degerlendirme metotlari. *Ankara: Nuve Matbaasi*.
- Turgut, F., Ölçme, E., & Metotları, D. (1987). Saydam Matbaacılık (5. Basım).
- Twining, P., Cook, D., Ralston, J., & Selwood, I. (2005). Tablet PCs in schools: Case study report.
- Twining, P., & Evans, D. (2005). Should there be a future for Tablet PCs in schools? *Journal of Interactive Media in Education*, 20, 1–8.
- Wise, J. C., Toto, R., & Lim, K. Y. (2006). Introducing Tablet PCs: Initial results from the classroom. Paper presented at the 36th Annual ASEE/IEEE Frontiers in Engineering Conference, Chicago, IL.
- Wragg, E. C. (1994). Conducting and analysing interviewies. N. Bennett, R. Glatter, R. Levacic (Edt). *Improving educational management through research and consultancy* (s:267-282). Ttie OpenUniversity.
- Vadcard, L. (1999). La validation en géométrie au collège avec Cabri-Géomètre: Mesures exploratoire et mesures probatoires. *Petit x*, 50, 5-21.
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2012). İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim. *Çev. Edit. Soner Durmuş, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık*.
- Vergnaud, G. (1996): Au fond de l'apprentissage, la conceptualisation. – In : Noirfalise R., Perrin M.-J. (eds.), *Actes de l'Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques*, p. 174-185. Clermont-Ferrand: IREM, Université Clermont-Ferrand II.

- Verillon, P. and Rabardel, P. (1995). Cognition and artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrumented activity, *European Journal of Psychology in Education* 9(3): 77–101.
- Vérillon, P., & Andreucci, C. (2006). Artefacts and cognitive development: how do psychogenetic theories of intelligence help in understanding the influence of technical environments on the development of thought. *International handbook of technology education: The state of the art*, 399-416.
- Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 14(3), 293-305.
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 23(3), 34-41.
- Yerushalmy, M. (2005). Challenging known transitions: Learning and teaching algebra with technology. *For the learning of Mathematics*, 25(3), 37-42.
- Yorgancı, S. ve Terzioğlu, Ö. (2013). Matematik Öğretiminde Akıllı Tahta Kullanımının Başarıya Ve Matematiğe Karşı Tutuma Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(3), 919-930.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. 6. Baskı. Ankara.
- Yıldırım, İ., & Demir, S. (2015). Teknoloji destekli matematik öğretimi sürecinde teknoloji kullanım düzeylerinin incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science*, 3(19), s. 289-307.
- Zengin, Y., Kağızmanlı, T. B., Tatar, E., & İşleyen, T. (2013). Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Dersinde Dinamik Matematik Yazılımının Kullanımı/The Use of Dynamic Mathematics Software in Computer Assisted Mathematics Instruction Course. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(23), 167-180.
- Zhao X. L., Wang M., Wu, J. & He, K. (2011). ICT and an exploratory pedagogy for classroom-based Chinese language learning. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(3), 1414-151.

## ÖĞRENCİ GÖRÜŞME FORMU

İyi günler, öncelikle projemizin etkinliklerinde yer almayı ve ihtiyaç duyduğumuz verileri toplamayı kabul ettiğiniz için teşekkür ederiz.

Bize görüşme sürecinde söyleyecekleriniz araştırma dışında başka amaçla kullanılmayacaktır. Ayrıca, araştırmanın raporlaştırılması sürecinde elde edilen bilgiler yazılırken, görüşülen öğrencinin kimliği ile ilgili özel bilgilere kesinlikle yer verilmeyecektir. Başlamadan önce, bu söylediklerimizle ilgili belirtmek istediğiniz bir düşünce ya da sormak istediğiniz bir soru varsa önce bunu yanıtlamak isteriz.

Eğer sizin için bir sakıncası yoksa görüşmeyi kaydetmeyi istiyoruz. Bu, zamanı etkili biçimde kullanma olanağı vereceği gibi, verilen yanıtların kaydını daha ayrıntılı olarak tutma fırsatı sağlayacaktır. Bize zaman ayırdığınız ve görüşlerinizi paylaştığınız için şimdiden çok teşekkür ederiz. Görüşme yaklaşık 20 dakika sürecektir. İzin verirseniz başlamak istiyoruz.

Zeliha DUR

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Anabilim dalı doktora öğrencisi

Görüşme onayı

Aşağıda imzası bulunan ..... yukarıdaki bütün açıklamaları okuyup, kabul ettiğimi beyan ederim.

Adı soyadı:

İmza:

Tarih:

### GÖRÜŞME SORULARI

S.1. Teknoloji sizin için neyi ifade etmektedir?

- Teknoloji nedir?

S.2. Günlük hayatta teknolojiyi nerelerde kullanmaktasınız?

- Ne tür teknolojiler kullanıyorsunuz?



EK-1. (Devam) Öğrenci Görüşme Formu

S.3. Eğitim sürecinizde matematik derslerinde hangi teknolojik araç gereçler kullandınız? Açıklayınız.

- Bu araçların sizin üzerinizdeki etkilerini nasıl açıklarsın?

S.4. Tablet bilgisayarları eğitim-öğretim faaliyetlerinde hangi amaçlar için kullanabilirsiniz?

S.5. Tablet bilgisayarların matematik derslerinde öğretim amaçlı kullanılması ile ilgili düşünceleriniz nelerdir? Açıklayınız.

- Tablet bilgisayarlar matematik öğrenmenizi nasıl etkiler?
- Matematik öğrenimi için tablet bilgisayarlar sizce nasıl kullanılabilir?

S.6. Tablet bilgisayarların kullanıldığı matematik derslerini eğlenceli buluyor musunuz? Neden?

S.7. Tablet bilgisayarların kullanıldığı derslerde başarınız artacağına inanıyor musunuz?

EK-2. Öğrenci Ses ve Video Kaydı Yazılı İzin Formu

## ÖĞRENCİ

### SES VE VİDEO KAYDI YAZILI İZİN FORMU

Sevgili Öğrencimiz,

Bu mektubun amacı sizi araştırmamızla ilgili haberdar etmek ve araştırmaya katılımcı olarak iştirakiniz noktasında sizden izin almaktır.

Bu araştırma kapsamında matematik derslerinde tablet-pc'ler kullanılarak yıllık planda belirtilen matematik öğretim programında yer alan konulara yönelik etkinlikler uygulanacak olup, bu etkinlikler süresince derslerin kamera ile video kaydı ve ses kayıt cihazıyla ses kaydı alınacaktır. Ayrıca uygulanacak etkinlikler hakkında soru-cevap şeklindeki görüşmeler ile fikirlerinize başvurulacaktır.

Toplanan tüm veriler araştırma ve eğitim dışında başka amaçla kullanılmayacaktır.

Ayrıca, araştırmanın raporlaştırılması sürecinde elde edilen bilgiler yazılırken, her öğrenci için farklı bir kod atanacak ve öğrenci kimliği ile ilgili özel bilgilere kesinlikle yer verilmeyecektir.

Bu mektubu dikkatlice okuyunuz. Araştırmada sizden talep edilecek şeyler yukarıda belirtilmiştir. Ayrıca araştırmaya katılımcı olarak iştirak etmeyi kabul etseniz dahi araştırmanın herhangi bir safhasında ayrılma hakkına sahipsiniz. Katılımcı olarak araştırmaya katılıp katılmama konusunu düşünmek için zaman ayrıldığınız için teşekkür ederiz.

Aşağıda imzası olan ben, ..... yukarıdaki **açıklamaları** anlamış araştırmaya gönüllü olarak katılmış olduğumu bildirmiş bulunmaktayım.

İsim:

Tarih:

İmza:

Araştırmacı: Öğrt. Zeliha DUR

Tarih:

İş Adresi: Gündüzalp Ortaokulu Odunpazarı/ESKİŞEHİR TEL NO: 02222506996

Ev adresi: Akarbaşı Mh. Arısoylar Sk. Bahçe Apt. No:20/3 Odunpazarı/ESKİŞEHİR

CEP NO: 05334533022

E posta: zeliha\_dur@hotmail.com

EK-2. (Devam) Öğrenci Ses ve Video Kaydı Yazılı İzin Formu

Katılımcının araştırmanın herhangi bir aşamasında araştırmadan ayrılma hakkına sahip olduğunu kabul ediyorum.

İmza Araştırmacı



### EK- 3. Veli Ses ve Video Kaydı Yazılı İzin Formu

## VELİ SES VE VİDEO KAYDI YAZILI İZİN FORMU

Sevgili Veli,

Bu mektubun amacı sizi araştırmamızla ilgili haberdar etmek ve buna bağlı olarak velisi olduğunuz öğrencinin araştırmaya katılmasıyla ilgili sizden izin almaktır.

Bu araştırma kapsamında matematik derslerinde tablet-pc'ler kullanılarak yıllık planda belirtilen matematik öğretim programında yer alan konulara yönelik etkinlikler uygulanacak olup, bu etkinlikler süresince derslerin kamera ile video kaydı ve ses kayıt cihazıyla ses kaydı alınacaktır. Ayrıca uygulanacak etkinlikler hakkında soru-cevap şeklindeki görüşmeler ile öğrenci fikirlerine başvurulacaktır.

Toplanan tüm veriler araştırma ve eğitim dışında başka amaçla kullanılmayacaktır. Ayrıca, araştırmanın raporlaştırılması sürecinde elde edilen bilgiler yazılırken, öğrenci kimliği ile ilgili özel bilgilere kesinlikle yer verilmeyecektir. Ayrıca araştırmaya iştirak etmeyi kabul etmiş olsa dahi, öğrencimiz araştırmanın herhangi bir safhasında ayrılma hakkına sahiptir.

Sonuç olarak bu mektubu okuduğunuz ve velisi olduğunuz öğrencinin araştırmaya katılıp katılmama konusunu düşünmek için zaman ayırdığımız için teşekkür ederiz.

Aşağıda imzası olan ben, ..... yukarıdaki **açıklamaları** anlamış ve velisi olduğum .....'ın araştırmaya katılmasına izin vermiş bulunmaktayım.

İsim:

Tarih:

İmza:

Araştırmacı: Öğrt. Zeliha DUR

Tarih:

İş Adresi: Gündüzalp Ortaokulu Odunpazarı/ESKİŞEHİR TEL NO: 02222506996

Ev adresi: Akarbaşı Mh. Arısoylar Sk. Bahçe Apt. No:20/3 Odunpazarı/ESKİŞEHİR

CEP NO: 05334533022

E posta: zeliha\_dur@hotmail.com

EK- 3. (Devam) Veli Ses ve Video Kaydı Yazılı İzin Formu

Katılımcının araştırmanın herhangi bir aşamasında araştırmadan ayrılma hakkına sahip olduğunu kabul ediyorum.

İmza Araştırmacı



#### EK- 4. Öğrenci El Notu

##### **TOOLS= ARAÇLAR**

##### **Actions= Hareket**

- Hide/Show= Gizle/Göster
- Constrained Movement= Sınırlandırılmış Hareket
- Delete All= Tümünü Sil
- Text= Metin
- Calculate= Hesapla
- Insert Slider= Sürgü Ekle

##### **View= Görünüm**

- Graphing=Grafiksel
- 3d Graphing= 3 Boyutlu Grafiksel

##### **Trace = İz**

- Geometry Trace= Geometri İzi

##### **Points&Lines= Noktalar Ve Doğrular**

- Point= Nokta
- Point On= Nesne Üzerine Nokta
- Intersection Point(s)= Kesişme Noktası
- Line= Doğru
- Segment= Doğru Parçası
- Ray= Işın
- Tangent= Teğet
- Vector= Vektör
- Circle Arc= Çember Yayı

##### **Shapes= Şekiller**

- Circle= Çember
- Triangle= Üçgen
- Rectangle= Dikdörtgen
- Polygon= Çokgen
- Regular Polygon= Düzgün Çokgen
- Ellipse= Elips
- Parabola= Parabol
- Hyperbola= Hiperbol
- Conic By Five Points= 5 Noktadan Geçen Konik

##### **Measurement=Ölçüm**

- Length=Uzunluk
- Area= Alan
- Slope= Eğim
- Angle= Açı

##### **Construction= İnşa/Oluşum**

- Perpendicular= Dik Doğru
- Parallel= Paralel Doğru
- Perpendicular Bisector= Orta Dikme
- Angle Bisector=Açıortay
- Midpoint= Orta Nokta
- Locus= Geometrik Yer
- Compass= Pergel

##### **Trabsformation= Dönüşüm**

- Symmetry= Simetri
- Reflection= Yansıma
- Translation= Öteleme
- Rotation= Dönme
- Dilation= Genişletme

## EK- 5. Araştırma İzni



T.C.  
ESKİŞEHİR VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : 88074293/605.01/3958101  
Konu : Araştırma Projesi

13/04/2015

### VALİLİK MAKAMINA

İlgi: Eskişehir Anadolu Üniversitesi Genel Sekreterliği' nin 02/04/2015 tarih ve 2477 sayılı yazısı.

İlgi yazı ile, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Doktora öğrencisi Zeliha DUR' un "Matematik Öğretimine Teknolojinin Entegrasyonu: Öğrencilerin Teknoloji Kullanımının Enstrümantal Yaklaşım Çerçevesinde İncelenmesi" başlıklı doktora tez çalışması Araştırma İzin Komisyonu tarafından incelenmiş ve komisyon tarafından sakınca görülmediği tespit edilmiş olup, komisyon tarafından belirtilen okullarda yukarıda adı geçen projenin gerçekleştirilmesi uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde takdirlerinize arz ederim.

Bangı HANCI  
Millî Eğitim Müdür Yardımcısı

OLUR  
13/04/2015

Necmi ÖZEN  
Vali a.  
İl Millî Eğitim Müdürü



## ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı :Zeliha DUR  
Yabancı Dil :İngilizce  
Doğum Yeri ve Yılı :Eskişehir/11.12.1983  
E-Posta :zeliha\_dur@hotmail.com

### Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- Doktora : 2010-2016, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
- Yüksek Lisans : 2007-2010, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, İlköğretim Bölümü
- Lisans : 2003-2007, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı
- Lise : Eskişehir Anadolu Lisesi
- 2007-2011 : Matematik Öğretmeni, M.E.B., Dümrek İlköğretim Okulu/ESKİŞEHİR
- 2011- : Matematik Öğretmeni, M.E.B., Gündüzalp Ortaokulu/ESKİŞEHİR

### Yayınları ve Bilimsel/sanatsal Faaliyetleri:

#### **Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler**

- 1) Özdemir Erdoğan, E., DUR, Z. (2014) “Preservice Mathematics Teachers’ Personal Figural Concepts and Classifications About Quadrilaterals”, Australian Journal of Teacher Education, 39 (6), 107-133

#### **Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler**

- 1) Dur, Z. (2014). “The Integration Of Technology Into Maths Teaching: The Analysis Of Students’ Technology Usage In The Framework Of Instrumental Approach, YESS-7, Seventh Young European Summer School, Kassel, Germany, August 4-11, 2014.



- 2) Dur, Z. & Erdoğan, E. Ö. (2012). “Dinamik geometri ortamında esrareniz dörtgenler”, 6 th International Computer & Instructional Technologies Symposium (October 4-6, 2012), Gaziantep, Turkey.
- 3) Dur, Z. & Erdoğan, E. Ö. (2011). “TI-Nspire CAS destekli ilköğretim 8.sınıf matematik dersinden izlenimler”, 16 th Asian Technology Conference in Mathematics (September 19-23, 2011), Bolu, Turkey.

### **Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler**

- 1) Dur, Z. & Erdoğan, E. Ö. (2013). “Dinamik geometri ortamında dörtgenleri keşfetme”, Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu (20-22 Haziran 2013), Trabzon, Türkiye.
- 2) Dur, Z., Akkurt, Z., Erdoğan, E. Ö. & Erdoğan, A. (2012). “Üçgende aynı tabana inen temel doğruların uzunluklarının dinamik geometri yazılımı kullanılarak karşılaştırılması”, 11. Matematik Sempozyumu (19-21 Eylül 2012), Samsun, Türkiye.
- 3) Dur, Z. & Erdoğan, E. Ö. (2012). “Taşınabilir teknolojik bir matematik aracı olarak TI-Nspire’ı keşfedelim” (çalıştay), 2. Matematik Öğretimine Çağdaş Yaklaşımlar Sempozyumu (5-7 Eylül, 2012), Denizli, Türkiye.
- 4) Dur, Z. & Erdoğan, E. Ö. (2012). “Teknoloji destekli matematik dersine etkinlik hazırlama, sınıf yönetimi ve öğrenci çalışmaları açısından uygulamalı bir bakış”, 10. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (27-30 Haziran, 2012), Niğde, Türkiye.
- 5) Dur, Z. & Yenilmez, K. (2008). “İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin gösterim biçimlerini tercihleri”, 7. Matematik Sempozyumu (13-15 Kasım, 2008), İzmir, Türkiye.

### **Ulusal ve Uluslararası Projeler**

- 1) Matematik Öğretiminde Web-Destekli Araştırma Projeleri Tasarımı ve Uygulamaları (WAPTU), Tübitak, Araştırmacı, 2010.
- 2) Eskişehir Matematik Merke TUBİTAK Bilim ve Toplum Proje

Destekleri Programı 4002 Bilim Kampları ve Bilim Okulları, Eğitmen;  
2011- 2012.

- 3) Sınıf İçi Matematiksel Araştırma Projeleri (SİMAP) ile Ortaokul Öğrencilerine Matematiksel Süreç Becerilerinin Kazandırılması 2013, TÜBİTAK 4005 Bilim ve Toplum Projeleri Destekleme Programı; Eğitmen.
- 4) Bilimsel Araştırma Projesi,"Matematik Öğretimine Teknolojinin Entegrasyonu:Öğrencilerin Teknoloji Kullanımının Enstrümantal Yaklaşım Çerçevesinde İncelenmesi", Anadolu Üniversitesi, Araştırmacı, 2014-2016.

### **Başarı ve Ödüller**

- 2015 yılı “Öğretmenlik Mesleğinde Fark Yaratanlar” Derecesi.
- TÜBİTAK 2211 Yurt İçi Doktora Bursu.
- TÜBİTAK 2210 Yurt içi Yüksek Lisans Eğitimi Bursu.